



X5

.K7

1911 Pt. 1

506.948.2

C46



LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN

By exchange
1911

Sept 10 1899

R. W. Gibson. inv.

SKRIFTER

UTGIT AV

VIDENSKAPSSELSKAPET

I KRISTIANIA

1911

I. MATEMATISK-NATURVIDENSKABELIG KLASSE

1. BIND



KRISTIANIA

I KOMMISSION HOS JACOB DYBWAD

A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI A/S

1912

SKRIFTER

UTGIT AV

VIDENSKAPSSKAPET

I KRISTIANIA

1911

I. MATEMATISK-NATURVIDENSKABELIG KLASSE

1. BIND

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.



KRISTIANIA

I KOMMISSION HOS JACOB DYBWAD

A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI A/S

1912

K7
1911
PT. 1

Inndhold.

| No. | 1. | V. M. Goldschmidt. Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Mit 84 Abbildungen im Text, 2 Tafeln und 5 farbigen Karten . . . | Side 1—483 |
|-----|-----|--|---------------|
| " | 2. | Olav Johan Olsen Sopp. Untersuchungen über Insekten-vertilgende Pilze bei den letzten Kieferspinnerepidemien in Norwegen. Mit 5 Tafeln und 5 Abbildungen im Text | 1— 56 |
| " | 3. | Axel Thue. Über einige in ganzen Zahlen x und y unmögliche Gleichungen $F(x, y) = 0$ | 1— 7 |
| " | 4. | Axel Thue. Eine Eigenschaft der Zahlen der Fermatschen Gleichung | 1— 21 |
| " | 5. | Carl Størmer. Photographies de la lumière zodiacale. Avec une planche | 1— |
| " | 6. | Ove Dahl. Botaniske undersøkelser i Helgeland. I. | 1—221 |
| " | 7. | Johan Kiær. A new Downtonian fauna in the Sandstone Series of the Kristiania Area. A preliminary Report | 1— 22 |
| " | 8. | A. Hoel et O. Høltedahl. Les nappes de lave, les volcans et les sources thermales dans les environs de la Baie Wood au Spitzberg. Avec une carte géologique et huit planches | 1— 38 |
| " | 9. | V. M. Goldschmidt. Petrographische Untersuchung einiger Eruptivgesteine von Nordwestspitzbergen. Mit einer Tafel | 1— 17 |
| " | 10. | Olaf Høltedahl. Zur Kenntnis der Karbonablagerungen des westlichen Spitzbergens. I. Eine Fauna der Moskauer Stufe. Mit fünf Tafeln | 1— 46 |

DIE KONTAKTMETAMORPHOSE IM KRISTIANIAGEBIET

VON

V. M. GOLDSCHMIDT

MIT 84 ABBILDUNGEN IM TEXT, 2 TAFELN UND 5 FARBIGEN KARTEN

(VIDENSKAPSELSKAPETS SKRIFTER. I. MAT.-NATURV. KLASSE 1911. No. 11)

UTGIT FOR FRIDTJOF NANSENS FOND

KRISTIANIA
IN KOMMISSION BEI JACOB DYBWAD

1911

Fremlagt i fællesmotet den 2den december 1910 av prof. dr. W. C. Brøgger.

VORWORT.

Vorliegende Arbeit wurde in der Zeit vom Frühjahr 1907 bis zum Winter 1910—1911 ausgeführt. Den äußeren Anstoß dazu gab die Auffindung der mineralreichen Kalksilikatscholle an der Ostseite des Aarvoldstals bei Kristiania.

Ich begann zunächst, die dort gemachten Mineralfunde zu bearbeiten. Um die Resultate zu vervollständigen, zog ich andere Kontaktvorkommen hinzu, und auf Veranlassung des Herrn Prof. W. C. BRÖGGER ging ich schließlich daran, die Kontakterscheinungen im ganzen Kristianiagebiet zu untersuchen. Bei dem überaus mannigfaltigen Material war ich jedoch genötigt, mich vorläufig auf den mittleren Teil des Kristianiagebiets zu beschränken. Die Untersuchung der Kontakterscheinungen am Mjösen im Norden und bei Holmestrand und Langesund im Süden werde ich erst diesen Sommer ernstlich in Angriff nehmen.

Was in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets zunächst die Aufmerksamkeit des Besuchers in Anspruch nimmt, sind die zahlreichen Vorkommen schön krystallisierter Mineralien, und so habe ich mich auch in den ersten zwei Jahren fast ausschließlich mit den mineralogischen Untersuchungen beschäftigt.

Der größte Teil der geologischen Arbeiten wurde im Sommer 1909 ausgeführt. Mangels topographischer Karten in hinreichend großem Maßstab konnte ich die Arbeit nicht so reichlich mit geologischen Karten ausstatten, wie es vielleicht wünschenswert gewesen wäre. Immerhin hoffe ich, daß die kleinen Kartenskizzen zur Orientierung des Lesers genügen werden.

Erst seit dem Frühjahr 1910, nachdem ich den Winter über wesentlich den Mineralbestand der Hornfelse festgestellt hatte, ging ich an die Probleme, die ich schon seit dem Anfang der Arbeit als die wichtigsten betrachtet hatte: die Gesetzmäßigkeiten der Mineralassociation in Kontaktgesteinen. Ich hoffe, daß es mir gelungen ist, den rechten Weg zur Lösung dieser Fragen zu finden.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, denjenigen zu danken, die durch Rat und Tat meine Arbeit gefördert haben. Zunächst möchte ich mir erlauben, Herrn Prof. TH. HIORTDAHL meinen besten Dank dafür auszusprechen, daß er mich in die Krystallographie eingeführt und mir in seinem eigenen Arbeitsraum

einen Arbeitsplatz zur Ausführung der chemischen Untersuchungen eingeräumt hat. Ferner danke ich Herrn Prof. F. BECKE in Wien, in dessen Institut ich im Winter 1908—1909 arbeitete, für die Förderung, welche er mir angedeihen ließ.

Vor allem aber drängt es mich, Herrn Prof. W. C. BRÖGGER zu danken. Ihm schulde ich, daß ich diese Arbeit in verhältnismäßig kurzer Zeit durchführen konnte. Er stellte mir das großartige, zum wesentlichsten Teil von ihm persönlich gesammelte, Kontaktmaterial des mineralogischen Instituts zur Verfügung. Durch sein lebenswürdiges Entgegenkommen konnte ich über die Hälfte der untersuchten Dünnschliffe von dem vortrefflichen Präparator des mineralogischen Instituts herstellen lassen. Viel mehr noch verdanke ich der Förderung durch sein persönliches Interesse an meinen Untersuchungen. In entgegenkommendster Weise ließ er mir stets seine reichen Erfahrungen aus dem Kristianiagebiet zu gute kommen.

Auch sonst hatte ich mich mancher Unterstützung zu erfreuen. Herrn Prof. J. KLÆR bin ich für die Bestimmung einiger Fossilien in kontaktmetamorphem Sedimenten Dank schuldig. Ferner danke ich denjenigen, welche diese Arbeit durch Ueberlassung von Material gefördert haben, wie Herrn Eisenbahningenieur J. KVAM, der dem mineralogischen Institut prachtvolle Stufen der Mineralien vom Grua-Tunnel schenkte. Insbesondere bin ich den Herren Bergingenieuren BERGSTRÖM, BORCHGREVINK, BRONDER, STEENSTRUP, STURBELL und TORGENSEN zu Dank verpflichtet, die mir bei der geologischen Untersuchung der von ihnen geleiteten Gruben in lebenswürdigster Weise entgegenkamen, ebenso Herrn Direktor E. BJÖRNSEN für die Erlaubnis zum Besuch der Zinklagerstätte von Rien.

Herr Prof. MAX DITTRICH in Heidelberg war so freundlich, den größten Teil der Gesteinsanalysen, sowie einige der Mineralanalysen auszuführen.

Es sei mir gestattet, *Nansenfondet* und *Videnskapsselskapet i Kristiania* meinen ergebensten Dank für die Drucklegung der Arbeit auszusprechen.

Kristiania, 20. März 1911.

V. M. GOLDSCHMIDT.

Adjunktstipendiat für Mineralogie und Petrographie
an der Universität Kristiania.

INHALTSVERZEICHNIS.

| | Seite |
|----------------------|-------|
| Einleitung | 1 |
| Literatur | 3 |

GEOLOGISCHER THEIL.

| | |
|--|----|
| Geologie des Kristianiagebiets | 12 |
| Die Sedimentgesteine des Kristianiagebiets | 14 |
| Ueber eine Klassifikation der Sedimentgesteine | 16 |
| Die Eruptivgesteine des Kristianiagebiets | 16 |
| Die Dimensionen des Kontakthofs | 20 |

Geologische Beschreibung einige Kontaktgebiete.

| | |
|---|----|
| Die Kontaktzonen an den Essexitlakkolithen von Gran (Hadeland) | 21 |
| Sölvsberget | 21 |
| Viksbergene | 25 |
| Die Kontaktzone von Aarvold—Grorud | 26 |
| Das Tal von Aarvold | 27 |
| Die Steinbrüche an der Südostseite des Aarvoldaas | 33 |
| Die Steinbrüche zwischen dem Aarvoldaas und Grorud | 38 |
| Die Steinbrüche zwischen Grorud und Grussletten | 39 |
| Die Zinklagerstätten von Hakedal | 40 |
| Holterkollen | 40 |
| Ravndalskollen | 41 |
| Das Kirkebyfeld | 42 |
| Das Elsjöfeld | 44 |
| Das Knephaugfeld (nördlich vom Knephaug Sæter) | 49 |
| Toftner Sæter am Südende von Hurdalssjøen | 49 |
| Die Kontaktlagerstätten der Gegend von Grua | 50 |
| Skjærpemyr | 51 |
| Mutta | 52 |
| Die Eisengruben von Grua | 53 |
| Nysæter | 53 |
| Typografhjemmet | 55 |
| Das Beryllvorkommen bei Minne am Mjösen | 56 |
| Das Vesuvianvorkommen auf dem Hamrefjeld am Ekern | 57 |
| Die Kontaktzone von Gunildrud am Ekern | 59 |
| Die umgewandelten Intrusivgänge von Gunildrud | 59 |
| Die umgewandelten Kalkellipsoide im Alaunschiefer von Gunildrud | 61 |
| Das Zinkvorkommen von Rien in Sande | 63 |
| Die Kontaktzonen der Umgegend von Drammen | 66 |
| Die Gruben von Konnerudkollen und die Oran-Grube | 68 |

| | Seite |
|---|-------|
| Die Gruben von Dalen südlich von Konnerudkollen und die Ekholt-Gruben | 79 |
| Die Kontaktlagerstätten von Eisenerzen in der Gegend von Konnerud | 83 |
| Die Eisengrube von Narverud an der Südseite des Drammenstals | 84 |
| Die Eisengruben von Nidkomand | 85 |
| Vorkommen von Kupferkies an Quarzporphyrgängen bei Hagatjern | 86 |
| Das Zinkvorkommen von Glomsrudkollen in Modum | 86 |
| Hörtekollen | 91 |
| Das Gebiet von Gjellebæk | 94 |
| Die Wismutgrube von Kjenner | 98 |

PETROGRAPHISCHER TEIL.

| | |
|---|------------|
| Der Druck während der Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet | 103 |
| Dynamischer Druck | 103 |
| Statischer Druck | 103 |
| Ueber den Aggregatzustand der Kontaktgesteine während der Metamorphose | 105 |
| Ueber den Zeitpunkt der Kontaktmetamorphose, bezogen auf die Erstarrungs- geschichte des Eruptivgesteins | 107 |
| Ueber die Temperatur während der Kontaktmetamorphose | 109 |
| Innerer Kontaktzone | 109 |
| Äußere Kontaktzone | 111 |
| Die Struktur der Kontaktgesteine | 113 |
| Die Korngröße der Kontaktgesteine | 115 |
| Tonschieferhornfelse | 115 |
| Kalksilikatgesteine | 116 |
| Skarngesteine | 116 |
| Die Beziehungen zwischen der Korngröße des ursprünglichen Sediments und dem Mineralbestand des Kontaktprodukts | 116 |
| Kontaktprodukte an Tiefengesteinen und kontaktmetamorphe Einschlüsse von Effusivgesteinen | 117 |
| Kontaktmetamorphe Eruptivgesteine und kontaktmetamorphe Sedimente | 118 |
| Ueber normale und pneumatolytische Kontaktmetamorphose | 119 |
| Normale Kontaktgesteine | 120 |
| Ueber eine Systematik kontaktmetamorpher Sedimente | 120 |
| Ueber die Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und Mineralbestand bei den Kontaktgesteinen | 121 |
| Allgemeine physikalisch chemische Voraussetzungen | 121 |
| Anwendung auf Kontaktgesteine, dynamometamorphe Gesteine und normale Er- starrungsgesteine | 127 |
| Ueber die Verbindungen von Kieselsäure, Tonerde und Magnesia, die in Ton- schiefern bei der Kontaktmetamorphose an Tiefengesteinen entstehen | 128 |
| Ueber den Mineralbestand kieselsäurereicher kalkfreier Tonschieferhornfelse | 133 |
| Ueber den Mineralbestand kalkhaltiger Tonschieferhornfelse (die Reihe Tonschie- ferhornfels-Mergelschieferhornfels) | 135 |
| Klassifikation der Tonschiefer-Mergelschiefer-Hornfelse auf Grundlage des Mine- ralbestandes | 140 |
| Die Kontaktprodukte mergeliger Kalksteine und ihre Klassifikation | 143 |
| Beschreibung von Kontaktgesteinen der Reihe Tonschiefer-Mergel- schiefer-Mergeliger Kalkstein (Hornfelse der Klassen 1-10) | 146 |
| Hornfelse der Klasse 1 (Andalusit-Cordierit-Hornfelse) | 146 |
| Hornfelse der Klasse 2 (Plagioklas-Andalusit-Cordierit-Hornfelse) | 146 |
| Hornfelse der Klasse 3 (Plagioklas-Cordierit-Hornfelse) | 154 |
| Anhang zu den Hornfelsen der Klasse 3, der Plagioklas-Biotit-Hornfels vom Aarvoldstal | 158 |
| Hornfelse der Klasse 4 (Plagioklas-Hypersthen-Cordierit-Hornfelse) | 160 |

VII

| | Seite |
|---|-------|
| Hornfelse der Klasse 5 (Plagioklas-Hypersthen-Hornfelse) | 167 |
| Hornfelse der Klasse 6 (Plagioklas-Diopsid-Hypersthen-Hornfelse) | 173 |
| Anhang zu den Hornfelsen der Klasse 6, der Essexit-Hornfels von Aarvold | 175 |
| Hornfelse der Klasse 7 (Plagioklas-Diopsid-Hornfelse) | 180 |
| Hornfelse der Klasse 7 mit viel Biotit | 180 |
| Hornfelse der Klasse 7 mit wenig Biotit | 180 |
| Hornfelse der Klasse 8 (Grossular-Plagioklas-Diopsid-Hornfelse) | 182 |
| Hornfelse der Klasse 9 (Grossular-Diopsid-Hornfelse) | 183 |
| Hornfelse der Klasse 10 (Vesuvian-Grossular-Diopsid-Hornfelse) | 185 |
| Die Kontaktprodukte der Gesteinsreihe Sandstein-Kalksandstein-Kalkstein | 187 |
| Die Kontaktprodukte der Gesteinsreihe Sandstein-Tonschiefer | 188 |
| Ueber die Beziehungen zwischen den gewöhnlichen Hornfelsen und den Korund- und Spinell-Hornfelsen | 188 |
| Der Mineralbestand kontaktmetamorpher Dolomite | 190 |
| Amphibolführende Kontaktgesteine | 191 |
| Der Amphibol-Hornfels von Skrukelien | 192 |
| Die Sandsteinhornfelse von Konnerud | 192 |
| Pneumatolytische Kontaktgesteine | 191 |
| Metasomatische Pneumatolyse | 191 |
| Skarngesteine. | 193 |
| Anreicherung von Borsäure in Kontaktgesteinen | 197 |
| Gesteine der Erzlagerstätten in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets | 197 |
| Ueber die allgemeine Verbreitung der Skarngesteine auf Kontakterzlagerstätten | 198 |
| Die Eisenlagerstätten von Elba | 199 |
| Die Kontaktlagerstätten von Campiglia Marittima in Toscana | 200 |
| Die Kontaktlagerstätten im Banat | 200 |
| Die Kupferlagerstätten im Clifton-Morenci Distrikt, Arizona | 201 |
| Die Kontaktlagerstätten von Concepción del Oro im Staate Zacatecas, Mexico | 201 |
| Kontaktlagerstätten von Japan | 202 |

MINERALOGISCHER THEIL.

| | |
|----------------------------|-----|
| Graphit | 231 |
| Wismut | 232 |
| Kupfer | 233 |
| Fluöspat | 233 |
| Wismutglanz | 242 |
| Antimonglanz (?) | 245 |
| Bleiglanz | 245 |
| Kupferglanz | 246 |
| Silberglanz (?) | 250 |
| Zinkblende | 250 |
| Greenockit | 257 |
| Magnetkies | 258 |
| Molybdänglanz | 260 |
| Schwefelkies | 261 |
| Kobaltglanz | 263 |
| Arsenkies | 263 |
| Kupferkies | 264 |
| Buntkupfererz | 268 |
| Fahlerz | 268 |
| Rotzinkerz (?) | 268 |
| Wismutocker | 269 |
| Eisenglanz | 269 |
| Titaneisen | 272 |
| Magnetit | 272 |

| | Seite |
|--|-------|
| Quarz | 276 |
| Rutil | 279 |
| Zinnstein | 280 |
| Zirkon | 280 |
| Goethit | 281 |
| Brauneisenstein | 282 |
| Braunstein, Wad. | 282 |
| Kalkspat | 282 |
| Dolomit | 287 |
| Zinkspat | 287 |
| Aragonit | 288 |
| Cerussit | 282 |
| Malachit | 289 |
| Kupferlasur | 286 |
| Messingblüte | 290 |
| Orthoklas | 290 |
| Mikroklin | 291 |
| Plagioklas | 292 |
| Plagioklase normaler Kontaktgesteine | 292 |
| Der Zonenbau der Plagioklase in den Hornfelsen | 299 |
| Die Albitgänge | 301 |
| Die Albit-Imprägnationen in Skarngesteinen | 303 |
| Apophysefeldspate | 305 |
| Skapolith | 307 |
| Der Skapolith vom Axinitvorkommen im Aarvoldstal | 315 |
| Hyperthen | 321 |
| Wollastonit | 324 |
| Ueber den Bustamit | 332 |
| Diopsidische Pyroxene | 335 |
| Die Pyroxene normaler Kontaktgesteine | 335 |
| Die Pyroxene der Erzlagerstätten in den Kontaktzonen | 339 |
| Uralit | 345 |
| Amphibol | 352 |
| Amphibole normaler Kontaktgesteine | 352 |
| Amphibole der Erzlagerstätten | 356 |
| Beryll | 357 |
| Cordierit | 358 |
| Sphenoklas | 359 |
| Granat | 361 |
| Grossular | 362 |
| Andradit | 368 |
| Ueber anomale Doppelbrechung beim Granat | 379 |
| Prehnit | 385 |
| Willemitt | 389 |
| Inesit (?) | 392 |
| Helvin | 394 |
| Kieselzinkerz | 399 |
| Lievrit | 402 |
| Muskovit | 403 |
| Biotit | 404 |
| Chlorit | 409 |
| Talk | 410 |
| Serpentin | 410 |
| Kaolin | 410 |
| Epidot | 410 |
| Epidot-Orthit | 416 |

IX

| | Seite |
|---|------------|
| Orthit | 420 |
| Vesuvian | 425 |
| Optische Studien am Vesuvian | 436 |
| Turmalin | 447 |
| Axinit | 448 |
| Andalusit | 466 |
| Topas | 467 |
| Apophyllit | 469 |
| Heulandit | 470 |
| Desmin | 471 |
| Harmotom | 472 |
| Analcim | 473 |
| Laumontit | 473 |
| Natrolith | 473 |
| Titanit | 473 |
| Apatit | 476 |
| Wulfenit | 477 |
| Kobaltblüte | 477 |
| Gips | 478 |
| Zinkvitriol | 478 |
| Nachtrag zum petrographischen Teil | 479 |
| Alphabetisches Register zum mineralogischen Teil. | 481 |
| Berichtigungen | 483 |

Es gibt sicherlich kein zweites Gebiet in Europa, das so ausgezeichnete Bedingungen zum Studium der Kontaktmetamorphose sedimentärer Gesteine darbietet, wie das Kristianiagebiet. Eine mannigfaltige Reihe von Eruptivgesteinen ist an unzähligen Punkten mit älteren Sedimenten in Berührung gekommen, die selbst wieder viel Abwechslung in ihrer Zusammensetzung zeigen. Man kann die Kontaktwirkung äußerst basischer Tiefengesteine mit der von extrem sauren vergleichen, die Umwandlung von Tonschiefern mit der von Kalksteinen und Sandsteinen. Auch die Größe der Eruptivmassen bietet die denkbar reichste Abwechslung, sie wechselt von kaum decimeterbreiten Gängen bis zu Lakkolithen von mehreren Meilen Durchmesser. Neben der normalen Kontaktmetamorphose ist die pneumatolytische Metamorphose in reicher Mannigfaltigkeit entwickelt.

Alle diese Kontakterscheinungen lassen sich an den denkbar besten Aufschlüssen untersuchen. Es sei auf die Kontaktzone von Hörtekollen hingewiesen, wo man über mehrere Kilometer Schritt für Schritt die Grenzlinie des Eruptivs verfolgen kann, und dies ist nur ein Beispiel unter vielen.

Die pneumatolytische Kontaktmetamorphose läßt sich in den vielen Gruben und Schürfen der Kontakterzlagerstätten studieren; diese künstlichen Aufschlüsse in den pneumatolytischen Kontaktzonen zählen nach vielen Hunderten.

Ein reger Steinbruchsbetrieb an den Tiefengesteinsmassen gibt uns bequemen Zugang zu den im Eruptiv eingeschlossenen kleinen Sedimentschollen, die an Intensität der Kontaktmetamorphose alles sonstige übertreffen.

Was eine Untersuchung der Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet besonders erwünscht erscheinen ließ, war das *Fehlen einer Regionalmetamorphose*. Fast alle mitteleuropäischen Kontaktzonen liegen in stark

regionalmetamorphen Gebieten, wo es mit den größten Schwierigkeiten verknüpft ist, die Wirkungen von Kontaktmetamorphose und Regionalmetamorphose reinlich zu trennen. Im Kristianiagebiet ist dagegen die Kontaktmetamorphose nur unter dem *statischen* Druck der überlagernden Gesteinsmassen vor sich gegangen; vielfach kann man die Kontaktmetamorphose an Sedimenten studieren, die seit ihrer Ablagerung niemals gefaltet sind.

Eine Bearbeitung der Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet mußte dadurch sehr gefördert werden, daß die Eruptivgesteine dieser Eruptionsprovinz so eingehend studiert sind, wie kaum in einem andern Gebiet. Die Zusammensetzung, Altersfolge und genetischen Beziehungen der Eruptivgesteine im Kristianiagebiet sind durch BRÖGGER'S Untersuchungen allen Petrographen wohlbekannt.

Auch die stratigraphisch-paläontologische Durchforschung der paläozoischen Sedimente ist eine selten vollständige. Dank den Untersuchungen von BRÖGGER, und JOHAN KLER (um nur die Neueren zu erwähnen) kennen wir fast überall im Kristianiagebiet die Reihenfolge und Mächtigkeit der verschiedenen Sedimente auf das Genaueste. Die paläontologische Gliederung der normalen Sedimente läßt sich vielerorts auch in den Kontaktgesteinen durchführen, weil oft die Fossilien noch erkennbar sind.

Nachdem die Untersuchungen der Eruptivgesteine und Sedimente größtenteils in zusammenfassenden Monographien vorlagen, bot sich als natürliche nächste Aufgabe die Untersuchung der Kontaktmetamorphose.

Ein so ungemein reiches Material, wie es in den Kontaktzonen des Kristianiagebietes vorlag, hat nun allerdings die Schattenseite, daß eine *vollständige* Bearbeitung wohl außerhalb des Möglichen liegt.

Ich habe, soweit es in meinen Kräften stand, versucht, wenigstens einige Grundzüge der Kontaktmetamorphose in diesem Gebiet festzustellen. Nach fast vierjähriger Arbeit auf diesem Felde sehe ich immer deutlicher, wie viel detaillierte Arbeit der späteren Durchforschung überlassen bleibt; immer wieder erfuhr ich mit Ueberraschung, wie neue Probleme auftauchten und weitere Arbeit erforderten.

Wenn ich es dennoch wage, schon jetzt eine Zusammenstellung meiner Untersuchungen zu bringen, so geschieht dies trotz der notwendigen Unvollständigkeit derselben, weil ich glaube, auf einigen Gebieten neue allgemeine Gesichtspunkte gefunden zu haben.

Speziell gilt das für die physikalisch-chemischen Gesetze der Mineralbildung in Kontaktgesteinen. Ich habe die Gesetze für die Bildung von Doppelsalzen auf die gesteinsbildenden Mineralien angewandt, und habe

sie in allen Fällen bestätigt gefunden. Ich hoffe, daß die Anwendung dieser Gesetze auf andere krystalline Schiefer sich als ein neuer Weg zum Verständnis des Mineralbestandes erweisen wird.

Literatur über die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet.

Unter den Kontakterscheinungen im Kristianiagebiet waren es naturgemäß zuerst die Erzlagerstätten, welche die Aufmerksamkeit der Anwohner auf sich lenkten. Es ist schwer, den Zeitpunkt für den Anfang des Bergbaus hier festzustellen, er reicht unzweifelhaft bis in das 16te Jahrhundert zurück. Größtenteils waren es Eisenerze, die in den Kontaktzonen gesucht wurden, außerdem gewann man an mehreren Stellen Kupfer und Blei, sowie Silber.

Besonders in Arbeiten, die Ende des 18ten und Anfang des 19ten Jahrhunderts erschienen sind, finden wir Nachrichten über die Erzlagerstätten des Kristianiagebiets.

Die erste der neueren Quellschriften ist »Physisk-Oeconomisk Beskrivelse over Eger-Præstegjæld« (Physisch-Oekonomische Beschreibung des Kirchspiels Eker) von HANS STRÖM, Pfarrer in Eker und Professor der Theologie, 1784. Hier findet sich schon eine ganze Reihe richtiger Beobachtungen, wie z. B., daß die Granitberge außen mit einer Hülle von Schiefer und Kalk umgeben sind.

Von besonderem Interesse ist der Abschnitt über Erze, Mineralien und Bergwerke. Von Eisengruben der Kontaktlagerstätten südlich vom Drammenstal werden folgende erwähnt: Die Narverud-Grube, eine Eisengrube an derselben Kontaktzone, die wegen des Magnetkieses verlassen wurde, die Dorothea-Grube, schon damals längst verlassen, heute nicht mehr unter diesem Namen bekannt, die Aaserud- oder Nikkerud-Grube, die Saasen-Grube. STRÖM erwähnt schon den Gehalt des Eisenerzes von Narverud an lästigem Kupferkies, sowie den Kobaltgehalt des Erzes von Aaserud.

Eine weitere wichtige Arbeit ist »Beskrivelse over det Jarlsbergske sølvhaltige Bly- og Kobberverk« (Beschreibung des Jarlsberg'schen silberhaltigen Blei- und Kupfer-Werks) von GERHARD FAYE, damals Personalkapellan zu Skoger und den Annexgemeinden Tangen und Jarlsberg-Verk. Die Arbeit enthält eine vollständige Geschichte und Beschreibung der

Vorkommen um Konnerud nach hinterlassenen Aufzeichnungen des Bergmannes ERLAND THIORESEN (gest. 1795). Sie ist 1799 und 1800 in »Topographisk Journal for Norge« herausgegeben.

Diese Beschreibung bietet sehr viel des Interessanten, besonders durch die Angaben über die Produktionsmengen. Wichtig ist das Verzeichnis der einzelnen Gruben und Schürfe, die gegen Ende des 18ten Jahrhunderts um Konnerud bekannt waren. Jetzt sind die Namen von vielen Vorkommen gänzlich in Vergessenheit geraten, oder sind untereinander verwechselt worden.

Auch an vielen andern Stellen finden sich Angaben über den Bergbau in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets, so in JENS KRAFTS »Topografisk-statistisk Beskrivelse over Kongeriget Norge« (Topographisch-statistische Beschreibung des Königreichs Norwegen). Dieser erwähnt auf p. 267 einige verlassene Kupfergruben im Kirchspiel Asker, deren Erz Wismut enthält, welches Metall sonst nirgends in Norwegen gefunden sei.

Eine ausführliche Zusammenstellung der Literatur über den Bergbau in diesen Kontaktzonen findet sich bei J. H. L. VOGT (»Om dannelsen av jernmalmsforekomster«, Norges geol. Unders. Skr. 1892 und »De gamle norske jernverk«, Norges geol. Unders. Skr. 46, 1908).

Schon gegen Ende des 18ten Jahrhunderts begann man die Kontaktzonen des Kristianiagebiets wissenschaftlich zu untersuchen¹.

Der erste norwegische Geologe, der sich mit diesem Gebiete beschäftigte, war J. ESMARK. Dieser war ursprünglich Oberbergamtsassessor in Kongsberg, später Professor der Bergwissenschaft in Kristiania. Den Geologen des Auslandes wird sein Buch »Geognostische Reise durch Ungarn und den Banat« bekannt sein. Ueber die Kontaktzonen des Kristianiagebiets hat er an verschiedenen Stellen Bemerkungen veröffentlicht. In seinem Werk »Reise fra Kristiania til Trondhjem« (Reise von K. nach T.) 1829 beschreibt er die Paulsgrube im Skreia-Gebiet am Mjösen, eine der Kontakt-Eisenlagerstätten. Er erwähnt als Begleiter des Magnetits ein braunes durchscheinendes Mineral, das er für Kalktongranat hält. Die Dichte desselben gibt er zu 3,752 bei 10⁰ R. an, ein spezifisches Gewicht, welches den Granat als Andradit erkennen läßt. Den manganhaltigen Wollastonit aus der Kontaktzone von Gjellebæk hat er zuerst als etwas besonderes erkannt, er nannte denselben Braunstein-Tremolith.

¹ Eine Zusammenstellung, die auch schon viele der Kontaktmineralien aus dem Kristianiagebiet enthält, findet sich bei CHR. F. SCHUMACHER: Versuch eines Verzeichnisses der in den Dänisch-Nordischen Staaten sich findenden einfachen Mineralien, Kopenhagen 1801.

B. M. KEILHAU, der Nachfolger ESMARKS, beschäftigte sich viel eingehender mit der Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet; seine Arbeiten sind die Grundlage für alle späteren Untersuchungen. Folgendes sind die wichtigsten Arbeiten, in denen KEILHAU die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet beschreibt: »Bidrag til at kjende de nordiske Fjeldmassers tredie Svite« (Beitrag zur Kenntnis der dritten Reihe nordischer Gesteinsmassen), *Magazin for Naturvidenskaberne I* (1823), p. 250—273, *II* (1823), p. 304—313, sowie »Christianias Uebergangsterritorium« (*Gaea Norvegica*, Heft I (1838), p. 1—126).

KEILHAU war, wie bekannt, ein Beobachter ersten Ranges, seine Angaben über die Kontaktmetamorphose sind so eingehend, daß man die einzelnen Lokalitäten auch heute nicht genauer schildern könnte. Er beobachtete als erster die Härtung der Schiefer und Sandsteine um die großen Massive von Syenit und Granit; er erkannte, daß die Erzlagerstätten des Kristianiagebiets an die Grenze zwischen Sediment und Eruptiv gebunden sind. KEILHAU zog allerdings unberechtigte Schlüsse aus seinen Beobachtungen, er hielt die großen Intrusivmassen für umgewandelte Sedimente und glaubte in den krystallinen Gesteinen der Kontaktzonen ein Uebergangsglied zu sehen. Stets hielt er aber eine strenge Trennung zwischen den wirklichen Beobachtungen und den theoretischen Schlussfolgerungen aufrecht.

KEILHAU erkannte, daß die Erze der Kontaktzonen sehr oft von grünem Granat, er nennt ihn Allochroit, begleitet werden. Er gibt eine eingehende Schilderung der meisten Kontaktlagerstätten im Kristianiagebiet. Eine hinterlassene Manuskriptkarte, welche die Lage der Gruben und Schürfe an den Eruptivgrenzen des Kristianiagebiets zeigt, ist später von J. H. L. VOGT besprochen worden. Diese Karte gibt das vollständige Verzeichnis aller dieser Erzvorkommen.

Auch das Vesuvianvorkommen von Hamrefjeld ist von ihm beschrieben (*Gaea Norvegica*, p. 63): »Hammerfjeld, hier liegt, dem Bericht der Herren LANGBERG und MASCHMANN zufolge, ganz dicht an der Grenze eine im Granit isolierte Partie harten Schiefers, welche die Lagerstätte der bekannten schönen Idokrase von Eker ausmacht«.

Er kennt auch schon die Schieferbruchstücke im Syenit von Grorud (l. c., p. 74).

Folgende Kapitel in »Christianias Uebergangsterritorium« enthalten die meisten Angaben über die Kontaktmetamorphose: »Die von den harten Schiefen und dem Marmor zusammengesetzten Gebiete« (p. 12—21), sowie »Beobachtungen an den Grenzen der Granit- und Syenit-Distrikte längs den geschichteten Gebirgsarten des Territoriums« (p. 60—87).

Ein interessierter Geologe der damaligen Zeit, der Bergmeister H. C. STRÖM, hat das Vorkommen des Helvins auf Hörtekollen entdeckt (1815) und beschrieben (Mag. f. Naturv. 7 (1826), p. 74).

Zahlreiche Bemerkungen über die Kontaktmetamorphose im Kristiania-gebiet verdankt man ausländischen Geologen, die Norwegen um den Anfang des 19ten Jahrhunderts besuchten.

Fast alle diese reisten von Kristiania nach Drammen, wobei sie die prachtvolle Kontaktzone von Gjellebæk durchquerten. In den Reiseberichten werden stets die Marmorbrüche von Gjellebæk und Paradisbakken als große geologische Sehenswürdigkeiten hervorgehoben. Auch die Kontaktlagerstätten von Konnerudkollen werden von den meisten erwähnt.

Wohl der erste ausländische Mineraloge, der Kontaktprodukte im Kristianiagebiet studierte, war der Brasilianer d'ANDRADA. Dieser entdeckte in der Gegend von Konnerudkollen den Allochroit, einen manganhaltigen Kalkeisengranat. (Allgemeines Journal d. Chemie, herausgegeben von SCHEERER, Bd. 4 (1800), p. 34).

Erst in der allerneuesten Zeit ist es klar geworden, welche wichtige Rolle Kalkeisengranat als gesteinsbildendes Mineral in den Kontaktzonen spielt.

LEOPOLD V. BUCH reiste in den Jahren 1806—7 in Norwegen, er hat seine Beobachtungen in seiner »Reise durch Norwegen und Lappland«, Berlin 1810 veröffentlicht. Aus dem Marmor von Gjellebæk gibt er folgende Mineralien an: Fasriger Tremolit, Epidot, Granat, violblauer Flußspat.

L. HAUSMANN hat in 5 Bänden seine »Reise durch Skandinavien 1806—1807« beschrieben, herausgegeben in Göttingen 1811—1818. Die Beobachtungen aus den Kontaktzonen des Kristiania-gebiets sind im Schluß des ersten Bandes und im Anfang des zweiten Bandes niedergelegt. Er erwähnt u. a. den Allochroit von Konnerudkollen (II, p. 92).

Auch VARGAS BEDEMAR beschreibt Kontakterscheinungen aus dem Kristiania-gebiet in seiner »Reise nach dem hohen Norden durch Schweden, Norwegen und Lappland in den Jahren 1810, 1811, 1812 u. 1814«, gedruckt in Leipzig 1819.

10 Jahre später reiste C. F. NAUMANN in Norwegen (1821 u. 1822), seine Beobachtungen sind als »Beiträge zur Kenntniß Norwegens« 1824 in Leipzig veröffentlicht worden. Auch NAUMANN beschreibt die Kontaktmineralien von Gjellebæk. Er erwähnt, wie die früheren Beobachter, den »Tremolit« dieses Fundorts; in einer Fußnote teilt er mit, daß es richtiger sei, das Mineral dem Tafelspat zuzuzählen, da es nach HISINGER (briefliche Mitteilung) größtenteils ein *Bisilicias calcicus* sei. HISINGER

hatte nämlich um die gleiche Zeit die Vorkommen bei Gjellebæk besucht (1821), er schildert sie in »Anteckninger i Physik och Geognosi under Resor i Sverige og Norrige« drittes Heft (Upsala 1823).

Im Jahre 1841 wurde TH. SCHEBRER als Lector der Chemie nach Kristiania berufen; unter seiner Leitung wurden auch Analysen von Kontaktprodukten aus dem Kristianiagebiet ausgeführt, so z. B. von Marmor der Gjellebæk-Gegend, Zinkblende von Kristiania. Er selbst analysierte den Wismutglanz von Gjellebæk.

Später gab er eine zusammenfassende Darstellung über die Kontaktmineralien in norwegischen Kalksteinen. Diese Arbeit ist in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. 4 (1852), p. 31—46 veröffentlicht.

Ueber die Erzlagerstätten des Kristianiagebiets finden sich Angaben bei DUROCHER, der 1845 das Kristianiagebiet besuchte, (Annales de mines, Série 4, Bd. 15 (1849), p. 254—258) und bei Anderen.

Auch der russische Geologe G. v. HELMERSEN bereiste 1845 das Kristianiagebiet (»Geologische Bemerkungen auf einer Reise in Schweden und Norwegen« (Mém de l'Acad. I. des Sc. de St. Petersb., VI Série, Sc. math. et phys., T. VI, 1858). Er beschreibt die Marmorbrüche von Gjellebæk. Analysen von Tonschiefern und Hornfelsen des Kristianiagebiets sind auf seine Veranlassung von IWANOW ausgeführt worden.

Der nächste Abschnitt in der Erforschung der Kontakterscheinungen im Kristianiagebiet ist durch TH. KJERULFS Arbeiten charakterisiert.

TH. KJERULF lieferte wichtige neue Beiträge zur Kenntnis der Kontaktmetamorphose. Er zeigte vor allem, daß bei der Kontaktmetamorphose jede einzelne Schicht entsprechend ihrem *ursprünglichen* chemischen Bestande umgewandelt wird, daß also stoffliche Veränderungen keineswegs zur gewöhnlichen Kontaktmetamorphose gehörten. Er zeigte, daß die Schichtung der sedimentären Gesteine vollkommen erhalten bleibt, daß also keine Schmelzung bei der Metamorphose eintritt. Er erkannte bereits klar den pneumatolytischen Charakter der Erzzufuhr, er spricht von den Kontaktlagerstätten, deren Erz vom Eruptiv her in das Sediment hinein-geblasen ist. Er erkannte, daß die umgewandelten Sedimente dem Granit aufrufen, aber aus dieser Beobachtung zog er den Schluß, daß der Granit oder Syenit sich durch Einschmelzen der Sedimente in seine jetzige Stellung gebracht habe. Indessen haben alle späteren norwegischen Forscher diese Fußgranit-Theorie als unhaltbar erkannt.

Durch alle neueren Untersuchungen hat es sich unzweideutig gezeigt, daß im Kristianiagebiet *nirgends eine nennenswerte Einschmelzung nachweisbar ist*; vergl. z. B. BRÖGGER, die Eruptivgesteine des Kristianiagebiets II (1895), p. 129. Es ist schwer begreiflich, daß KJERULFS längst wider-

legte Ansicht im Ausland noch als Stütze der Einschmelzungshypothese zitiert wird (so bei GRUBENMANN, Die kristallinen Schiefer, zweite Aufl. (1910), p. 74).

Auch KJERULF selbst scheint in seinen letzten Jahren die Einschmelzungstheorie aufgegeben zu haben, vergl. BRÖGGER l. c. p. 120, Fußnote. Es sei schon an dieser Stelle betont, daß auch ich in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets nur minimale Spuren einer Einschmelzung beobachtet habe.

In folgenden Arbeiten von KJERULF werden die Kontakterscheinungen im Kristianiagebiet behandelt: »Das Christiania-Silurbecken« (Universitätsprogramm 1855), »Ueber die Geologie des südlichen Norwegens« (Nyt Mag. f. Naturv. 9 (1857), »Veiviser ved geologiske Excursioner i Christiania Omegn« (Universitätsprogramm 1865), weiter zahlreiche geologische Karten über einzelne Teile des Kristianiagebiets (die Karten sind teils sogenannte »Jordbundskarter«, mit Text in Polyteknisk Journal, teils Rektangelkarten), »Om stratifikationens spor« (Universitätsfestschrift 1877), »Udsigt over det sydlige Norges geologi«, sowie die posthume Arbeit: »Beskrivelse over en række norske bergarter« (Universitätsprogramm 1891).

Unter diesen Arbeiten enthalten »das Christiania-Silurbecken« und »Udsigt over det sydlige Norges geologi« die meisten Angaben über die Kontaktmetamorphose. In der ersten zeigt KJERULF durch quantitative Analysen, daß die Härtung der Tonschiefer bei der Hornfelsbildung keineswegs auf einer Verkieselung beruht, sondern daß der stoffliche Bestand der Gesteine bei der Metamorphose erhalten bleibt, abgesehen von dem Gehalt an Wasser und Kohlensäure. In der zweiten finden sich zahlreiche Angaben über die Erzlagerstätten der Kontaktzonen. Dieses Buch ist auch in deutscher Ausgabe erschienen (übersetzt von A. GURLT, Bonn, 1880). In der deutschen Ausgabe ist die Einschmelzungshypothese durchwegs umgangen (vergl. BRÖGGER, l. c., p. 120).

Zu KJERULFS Zeit ist das Kristianiagebiet mehrfach von fremden Geologen besucht worden, von denen einige Beobachtungen über die Kontaktmetamorphose veröffentlicht haben.

G. v. RATH reiste 1860 in Norwegen, er hat seine Beobachtungen im Neuen Jahrbuch f. Mineralogie veröffentlicht (Aus Norwegen, (1869), p. 385—444). Er beschreibt ausführlich die Kontaktlagerstätten von Konnerudkollen bei Drammen.

A. PENCK (der bekannte Geograph) veröffentlichte seine Beobachtungen im Kristianiagebiet in Nyt Mag. f. Naturv. 25 (1879), p. 62—82. (Ueber einige Kontaktgesteine des Kristiania Silurbeckens). Er beschreibt Kontakt-

gesteine von Gunildrud am Ekernsee und dem Tonsenaas nordöstlich von Kristiania. PENCK hebt als Hauptresultat seiner Untersuchungen die Ähnlichkeit der Kontaktgesteine mit krystallinen Schiefern hervor.

H. O. LANG reiste 1878 im Kristianiagebiet. Nach seiner Rückkehr publizierte er »Beiträge zur Kenntnis des Christiania-Silurbeckens« (Nyt Mag. f. Naturv. 30 (1886), p. 1—75 u. 279—383).

Auf seine Veranlassung wurden Tonschiefer und Hornfelse des Kristianiagebiets von P. JANNASCH analysiert, es ergab sich dasselbe Resultat, welches schon KJERULF gefunden hatte, daß nämlich keine Stoffzufuhr bei der gewöhnlichen Kontaktmetamorphose nachweisbar ist. LANG bringt auch ausführliche Beschreibungen von Dünnschliffen der analysierten Kontaktgesteine.

In denselben Zeitraum fällt eine Untersuchung des norwegischen Chemikers S. WLEUGEL über das Vorkommen von Indium in norwegischen Mineralien, wobei auch Zinkblenden der Kontaktlagerstätten untersucht wurden (Nyt Mag. f. Naturv. 24 (1879), p. 333).

Etwas später begann J. H. L. VOGT seine Beobachtungen an den Kontakterzlagerstätten des Kristianiagebiets zu veröffentlichen. Eine kleinere Publikation, welche Beobachtungen über die Eisenlagerstätten am Mjösen enthält, ebenso eine Beschreibung des Beryllvorkommens von Minne, ist »Undersøkelse ved den sydlige del av Mjösen i 1881—1882« (Nyt Mag. f. Naturv. 28 (1884), p. 215—248).

Sehr wichtig sind J. H. L. VOGTS Untersuchungen über die Kontaktlagerstätten, die er zusammen mit Monographien anderer norwegischer Lagerstätten veröffentlicht hat, und zwar als »Norske Ertsforekomster, I. Jernertser m. m. ved yngre Granit eller Syenit« (Arkiv f. Mat. og Naturv. 9 (1884), p. 231—280) und »II. Ertsforekomster ved Grönstensgange« (ibid., p. 281—300). Später hat derselbe die Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets in der folgenden Schrift kurz beschrieben und mit Vorkommen des Auslandes verglichen: »Om Dannelse av Jernertser« (Norges geol. Unders. Skr. 1892 und Geol. För. Forh. 13 (1891), p. 687).

In seiner Monographie über die Eisenerze Norwegens hat er auch die Kontaktlagerstätten von Eisenerzen im Kristianiagebiet besprochen (Norges Jernmalforekomster, Norges geol. Unders. Skr. 51, 1910). In vielen kurzen Aufsätzen in der Zeitschr. f. prakt. Geol. hat er Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets beschrieben und in der neuesten Zeit auch den Zusammenhang zwischen den eigentlichen Kontaktlagerstätten einerseits, den Erzgängen, welche den Spaltenverwerfungen um das Kristianiagebiet folgen, andererseits hervorgehoben.

Eine kurze Besprechung der Erzlagerstätten im Kristianiagebiet gibt er in »Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine« von BEY-SCHLAG, KRUSCH und VOGT.

Er hob immer den pneumatolytischen Charakter der Kontaktlagerstätten hervor. Eine metasomatische Entstehung wollte er für das Kristianiagebiet nicht gelten lassen, da er die Andraditfelse größtenteils für umgewandelten Mergelschiefer ansah. In eine Reihe von Lehrbüchern ist daher die Annahme übergegangen, daß viele der Kontaktlagerstätten im Kristianiagebiet, oder gar die meisten derselben, im Schiefer liegen.

VOGT erkannte, daß die Korngröße der Kontaktgesteine in der Nähe pneumatolytischer Erzlagerstätten oft stark zunimmt, er bezeichnete diese Erscheinung als *potenzierte Kontaktmetamorphose*.

VOGTs bekannte Arbeiten über die Mineralbildung aus Silikatschmelzmassen waren indirekt von großer Bedeutung für die Kenntnis der Kontaktmetamorphose, indem sie zeigten, wie fruchtbringend sich die Gesetze der physikalischen Chemie auf geologische Erscheinungen anwenden lassen.

In einem kleinen Aufsatz von H. REUSCH (Nyt mag. f. naturv. 28 (1883), p. 2), der geologische Notizen aus der Kristiania-Gegend enthält, werden auch Kontaktgesteine aus dem Kristianiagebiet beschrieben.

H. BÄCKSTRÖM untersuchte Einschlüsse in einigen Diabasen des Kristianiagebiets (Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, 16 (1890), Afd. 2, No. 1).

Weitaus die wichtigsten neueren Arbeiten über die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet verdanken wir W. C. BRÖGGER. Zuerst veröffentlichte er eine Notiz in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. 28 (1876), p. 69, über Fossilien aus hochmetamorphen Sedimentgesteinen des Kristianiagebiets. Dann folgte »Die silurischen Etagen 2 und 3« (Universitetsprogram 1882) mit der klassischen Untersuchung der Kontaktzone von Gunildrud. Hier ist zum erstenmal der Versuch gemacht, jede einzelne Schicht in einer mächtigen und abwechslungsreichen Schichtenreihe im ursprünglichen und im umgewandelten Zustand zu vergleichen. Man darf wohl sagen, daß diese vorbildliche Arbeit bis jetzt, also nach 28 Jahren, noch unerreicht dasteht.

Weitere Angaben über Kontakterscheinungen finden sich in der Arbeit »Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund—Skien« (Nyt Mag. f. Naturv. 28 (1884), p. 253—420).

Auch in der geologischen Einleitung zu dem Werk über die Mineralien der Syenitpegmatitgänge (Zeitschr. f. Kryst. Bd. 16 (1890)) sind die Kontakterscheinungen im Kristianiagebiet besprochen. Hier wird besonders

hervorgehoben, daß die Art der Kontaktmetamorphose nicht von der Zusammensetzung des betreffenden Tiefengesteins abhängig ist.

Angaben über die Kontaktzonen der Essexitlakkolithen von Hadeland gibt er in der kurzen Notiz in Quart. Journ. of the Geol. Soc. Febr. 1894, p. 16. Hier werden Hornfelse mit *Hypersthen* als wesentlichem Gemengteil zum erstenmal beschrieben; nach meinen Untersuchungen sind solche Hornfelse im Kristianiagebiet sehr verbreitet.

Weitere verstreute Mitteilungen über die Kontaktmetamorphose finden sich in BRÖGGERS »Eruptivgesteine des Kristianiagebiets«, wovon bis jetzt Bd. I—III in Videnskabs-Selskabets Skrifter, Kristiania, erschienen sind.

GEOLOGISCHER TEIL.

Geologie des Kristianiagebiets.

Die geologischen Verhältnisse des Kristianiagebiets sind von KEILHAU, KJERULF und BRÖGGER erforscht worden. Indem ich auf BRÖGGER'S Darstellung (Zeitschr. f. Kryst. 16, 1890) hinweise, möchte ich eine ganz kurze Uebersicht über das Gebiet geben.

Auf einem Peneplain archaischer Gesteine wurden cambrische, silurische und devonische Sedimente abgelagert. Nach der Bildung des Old-red-Sandsteins begann eine Eruptionsperiode.

Die ältesten Eruptive des Kristianiagebiets sind basische Essexite, denen immer saurere Gesteine folgten. Ein Teil der Eruptivmassen ergoß sich in Deckenform über den devonischen Sandstein oder bildete mächtige Tuffanhäufungen, ein anderer erstarrte in Lakkolithenform innerhalb der sedimentären Gesteine, wo dann eine intensive Kontaktmetamorphose stattfand.

Gleichzeitig mit den Intrusionen der großen Tiefengesteinsmassen senkte sich das Kristianiagebiet in Form eines Grabenbruchs.

In diesem Grabenbruch sind die paläozoischen Sedimente und die Eruptive vor der gänzlichen Zerstörung durch Erosion geschützt gewesen.

In Fig. 1 ist eine Uebersichtskarte über das Kristianiagebiet gegeben. Herr Dr. REUSCH war so freundlich, mir die Druckplatte zur Verfügung zu stellen, die schon zu seiner Geologie Norwegens Verwendung gefunden hatte. Die Grenzen des großen Rhombenporphyrgbiets zwischen dem Tyrifjord und Kristiania sind nach BRÖGGER'S neuen Untersuchungen gegenüber älteren Karten berichtigt. Der Uebersicht halber sind die kleinen Gebiete von Akeriten und verwandten Gesteinen mit derselben Bezeichnung, wie der Nordmarkit, eingetragen.

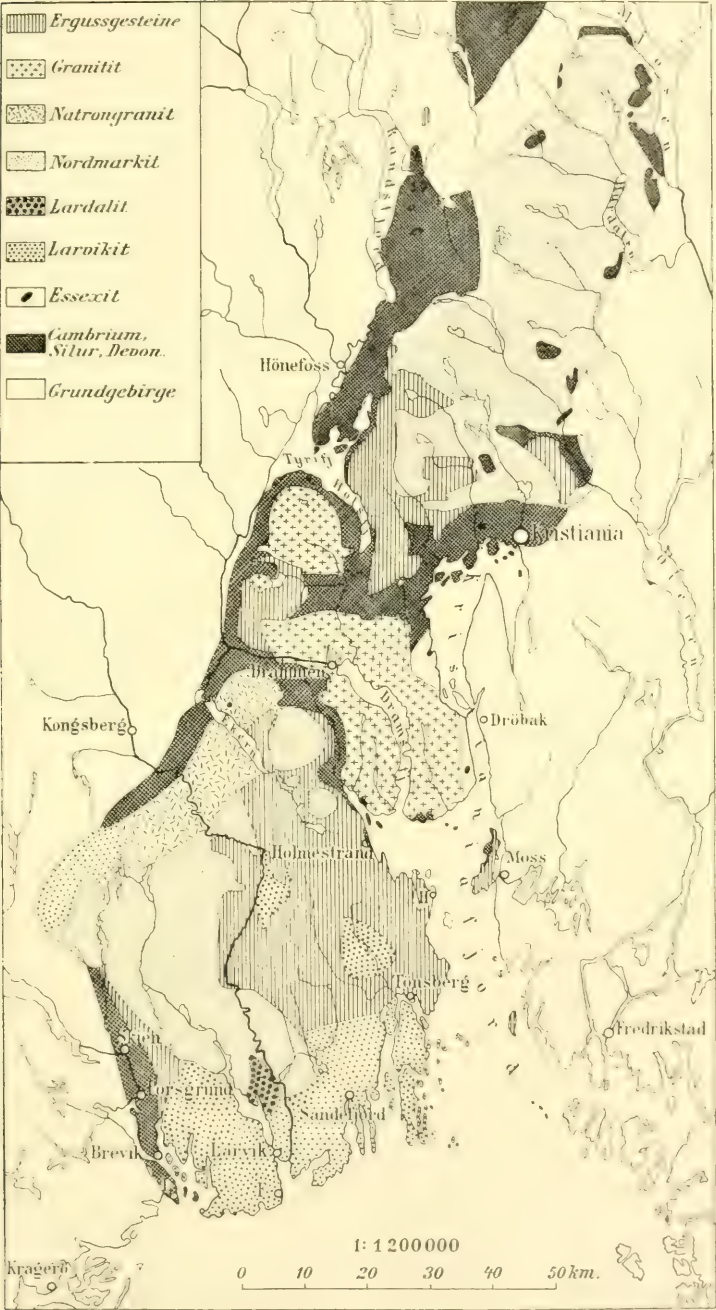


Fig. 1.

Die Sedimentgesteine des Kristianiagebiets.

Im Kristianiagebiet findet sich eine Serie von Sedimentgesteinen, die sich lückenlos vom Untercambrium bis in das Devon erstreckt. In petrographischer Beziehung ist große Mannigfaltigkeit vorhanden, fast alle wichtigen Gruppen sedimentärer Gesteine sind vertreten, nur Dolomite sind noch nicht nachgewiesen.

Die sedimentären Gesteine des Kristianiagebiets sind Gegenstand zahlreicher paläontologischer und stratigraphischer Untersuchungen gewesen. Für den mittleren Teil des Kristianiagebiets, dessen Kontaktgesteine ich untersucht habe, verweise ich auf folgende Arbeiten:

- W. C. BRÜGGER, Die Paradoxides-Schiefer bei Krekling (Paradoxidesskifrene ved Krekling), *Nyt Mag. for Naturv.* 24 (1877), p. 18—88.
- Die silurischen Etagen 2 und 3, Universitätsprogramm, 2. Sem. 1882.
- Geologisk kart over øerne ved Kristiania (enthält eine Beschreibung der Etage 4 bei Kristiania), Kristiania, 1887.
- J. KLÆR, Faunistische Uebersicht der Etage 5 des norwegischen Silur-systems, *Vid.-Selsk. Skr.* 1897, No. 3.
- Das Obersilur im Kristianiagebiete, *Vid.-Selsk. Skr.* 1906, Bd. II.

Die Reihenfolge der Sedimente im Kristianiagebiet ist in den Hauptzügen folgende:

Cambrium und unterstes Silur (inklusive des Phyllograptus-schiefers, Etage 3b).

Dunkle, oft stark bituminöse Tonschiefer, die durchwegs einer sehr reinen Tonschieferzusammensetzung entsprechen, (die Kontaktprodukte sind Andalusit-Cordierit-Hornfelse). Oft sind die Schiefer reich an Schwefelkies (Alaunschiefer). In diesen Schiefen liegen in mehreren Horizonten Linsen und zusammenhängende Schichten von dunklem Kalk.

Ein wichtiger Kalkhorizont ist der Ceratopygenkalk, Etage 3 a γ.

Der unterste Horizont der paläozoischen Schichtenfolge ist im mittleren Teil des Kristianiagebiets ein Quarzkonglomerat.

Der oberste Teil der Etage 3.

Eine sehr kalkreiche Schichtenfolge; zwischen den dicken Bänken des Megalaspiskalks und des Orthocerenkalks liegt der kalkreiche Schiefer mit *Asaphus expansus*. Auch in den Kontaktzonen ist der Orthocerenkalk als mächtigster reiner Kalkhorizont des Untersilurs leicht kenntlich.

Die Etage 4.

Dies ist die mächtigste Schichtenfolge im Untersilur (etwa 300 m.).

Die Gesteine sind Tonschiefer, mit mergeligen Kalksteinen abwechselnd. Der gewöhnlichste Gesteinstypus ist Tonschiefer, der mit Reihen dünner Mergelknollen abwechselt.

Einer der wichtigsten Horizonte ist der Tonschiefer mit *Ogygia dilatata* (Etage 4 a α). Das Gestein ist ein Tonschiefer, der ziemlich reich an Kalk und Magnesia ist, in diesem liegen einzelne Kalkellipsoide.

Sandige Schichten finden sich in mehreren Unterabteilungen der Etage 4.

Die Etage 5.

Die Etage besteht in der Kristianiagegend wesentlich aus Kalksandsteinen. Im nördlichen Teil meines Arbeitsgebiets, Hadeland, tritt eine mächtige Kalkabteilung auf, der Gastropodenkalk.

Das Obersilur.

Wegen der überaus wechselnden Faciesbildungen in der Schichtenreihe des Obersilurs sei auf KLÆRS oben citiertes Buch verwiesen. Von besonderer Wichtigkeit sind die mächtigen reinen Kalksteine im obersten Obersilur. Der Ludlowkalk enthält, besonders in der weiteren Umgebung von Drammen, zahlreiche kontaktmetasomatische Erzlagerstätten.

Das Devon.

Ueber dem Obersilur folgt konkordant der devonische Sandstein, der Old red. Der Devonsandstein enthält massenhaft tonige Substanz, stellenweise ist er reich an Feldspatkörnern, derart, daß man ihn als Arkose bezeichnen kann. In den untersten Horizonten kommen auch Tonschieferschichten vor.

Leider fehlt es fast ganz an petrographischen Untersuchungen unveränderter Sedimente im Kristianiagebiet, wie ja überhaupt die Petrographie der Sedimentgesteine noch wenig bearbeitet ist. Die bis jetzt ausgeführten systematischen petrographischen Untersuchungen an Sedimenten des Kristianiagebiets (Siehe O. HOLTEDAHN »Studien über die Etage 4 des norw. Silursystems beim Mjösen«, Vid.-Selsk. Skr. 1909, No. 7) beziehen sich auf eine Gegend außerhalb meines speziellen Arbeitsgebiets.

Ueber eine Klassifikation der Sedimentgesteine.

Sieht man von den Dolomiten ab, die ja im Kristianiagebiet fehlen, so kann man die gewöhnlichsten Sedimentgesteine (mit Ausschluß der Konglomerate und Arkosen) in folgendes Schema einordnen (siehe Fig. 2).

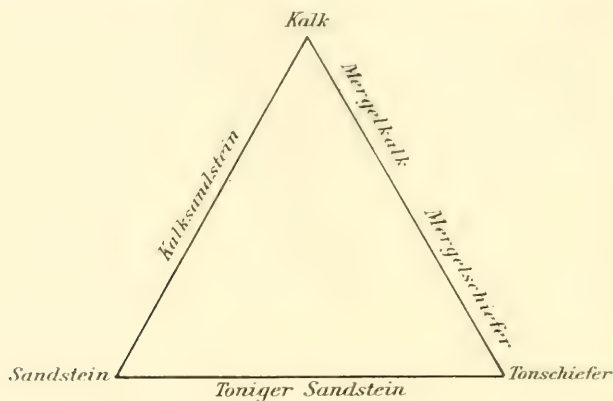


Fig. 2.

Als einen Eckpunkt der Dreiecksprojektion wählen wir den reinen Quarzsandstein, als zweiten reinen Kalkstein und als dritten einen typischen kalkarmen Tonschiefer. Die Zusammensetzung mariner Tongesteine ist eine recht konstante, wenn man von dem wechselnden Wassergehalt absieht. Bei Berechnung auf wasserfreie Substanz dürften folgende Zahlen dem Normalen entsprechen:

| | | | | | | |
|-------------------------|---|---|---|---|---|----|
| SiO_2 | . | . | . | . | . | 63 |
| Al_2O_3 | . | . | . | . | . | 20 |
| Fe_2O_3 | } | . | . | . | . | 7 |
| FeO | | | | | | |
| CaO | . | . | . | . | . | 1 |
| MgO | . | . | . | . | . | 2 |
| Na_2O | . | . | . | . | . | 1 |
| K_2O | . | . | . | . | . | 6 |

100

Längs der Dreiecksseite zwischen Sandstein und Kalk fallen die Projektionspunkte aller reinen Kalksandsteine und sandigen Kalksteine. Enthalten die Kalksandsteine Beimengungen von mergeliger Substanz, so rücken die Projektionspunkte entsprechend in das Innere des Dreiecks.

Die Dreiecksseite zwischen Sandstein und Tonschiefer entspricht der Zusammensetzung von Sandsteinen mit rein tonigem Bindemittel. Durch

Beimengung von Kalk rücken die Projektionspunkte ein Stück in das Innere des Dreiecks.

Die dritte Dreiecksseite zwischen den Eckpunkten Tonschiefer und Kalk entspricht der wichtigen Gesteinsreihe, die sich von Tonschiefer über mergelige Tonschiefer und mergeligen Kalk zum Kalkstein hinzieht. Dies ist in petrographischer Beziehung die interessanteste der sedimentären Gesteinsreihen.

Die Kenntnis der Zusammensetzung dieser Reihe Tonschiefer-Kalk ist notwendig für die natürliche Klassifikation der Hornfelse.

Im großen und ganzen kann man die einzelnen Glieder dieser Reihe durch Addition von Tonschiefer zu Kalkstein erhalten. Ausnahmen vom additiven Verhalten zeigen sich im Kalkgehalt der Anfangsglieder, der auch ohne Gegenwart von Kohlensäure auf etwa 3 % steigen kann. Auch der Magnesiagehalt ist nicht ganz regelmässig verteilt, was von dem wechselnden Chloritgehalt der Tonschiefer kommt. In gar nicht wenigen Tonschiefern steigt der Magnesiagehalt zu einer solchen Höhe, dass man als Endglied der Reihe einen Tonschiefer mit 6 % MgO erhält. Alles dieses hängt natürlich davon ab, welche Gesteine in dem Abrasionsgebiet vorhanden waren, dem das Material der Tonschiefer entstammt. Ein zweiter Faktor sind die klimatischen und sonstigen physikalischen Bedingungen während der Abrasion und Sedimentation.

Wenn man das mannigfache Ausgangsmaterial der Tonschiefer bedenkt, so erscheinen die Variationen in ihrer Zusammensetzung doch recht geringfügig.

Eine ziemlich isolierte Stellung nehmen die an Tonerde reichsten Tonschiefer ein, deren Kontaktprodukte oft durch Korund und Spinell charakterisiert sind. (Vergl. im petrographischen Teil dieser Arbeit den Abschnitt über die Korund- und Spinell-Hornfelse).

Die Eruptivgesteine des Kristianiagebiets.

Die Eruptivgesteine des Kristianiagebiets bilden eine typischen Eruptionsprovinz von Gesteinen der Alkalireihe. Es sei auf folgende Arbeiten von Prof. BRÖGGER verwiesen:

Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge u. s. w. (Zeitschr. f. Kryst. 16, 1890).

Die Eruptivgesteine des Kristianiagebiets (bis jetzt sind drei Bände in Vid.-Selsk. Skr. erschienen).

Eine Sammlung d. wichtigsten Typen der Eruptivgest. d. Kristianiageb. (Nyt Mag. f. Naturv. 44, 1906, p. 113—144).

Vid.-Selsk. Skrifter. I. M.-N. Kl. 1911. No. 1.

Ich will im folgenden eine kurze Uebersicht über die Verbreitung der einzelnen Tiefengesteine geben, soweit ich die Kontaktzonen derselben untersucht habe.

Essexite.

Die Hauptvorkommen essexitischer Tiefengesteine bilden eine in nord-südlicher Richtung verlaufende Reihe zwischen Brandbukampen in Hadeland und Toftelholmen im Kristianiafjord.

Ich untersuchte wesentlich die Kontaktzonen an den Essexiten von Hadeland, einige wenige Beobachtungen habe ich von der Essexitmasse des Toftelholms und dem ganz kleinen Lakkolithen von Gaasöen bei Kristiania. Die beiden zuletzt genannten Lokalitäten besuchte ich auf einer Exkursion des Herrn Prof. BRÖGGER.

Akerite, Larvikit-Monzonite und Monzonit-Larvikite.

Die Gesteine dieser Reihe besitzen nach Prof. BRÖGGERs neuesten Untersuchungen eine beträchtliche Verbreitung besonders nördlich von Kristiania. Ich habe Material in zwei Kontaktzonen dieser Tiefengesteine gesammelt, erstens an dem Akerit von Vettakollen, etwa 5 km. nördlich von Kristiania, zweitens am Larvikit-Monzonit von Finnerud in Nordmarken, etwa 13 km. NNW. von Kristiania.

Larvikite und Lardalite.

Die wichtigsten Kontaktzonen dieser Gesteine liegen am Langesundsfjord, die Kontakterscheinungen sind von Prof. BRÖGGER mehrfach kurz beschrieben worden (Z. K. 16, und Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund-Skien, *Nyt Mag. f. Naturv.* 28, 1884, p. 253—419). Ich selbst habe dieses Gebiet nicht in den Bereich meiner Untersuchungen gezogen, hoffe aber, später die dortigen Kontakterscheinungen zu bearbeiten. Auch die Kontaktzonen am Larvikit des Skrimfjeld südlich von Kongsberg gedenke ich später zu untersuchen.

Pulaskite und Nordmarkite.

Diese syenitischen Gesteine sind die verbreitetsten Tiefengesteine des Kristianiagebiets. Das größte Gebiet erstreckt sich von Kristiania bis Skreifeldene am Mjösen. Hier kommen folgende Kontaktzonen besonders in Betracht.

1. Die Kontaktzone von Aarvold-Grorud, nordöstlich von Kristiania.
2. Die Kontaktzonen zu beiden Seiten von Hakedal, besonders die an der Ostseite. Hierzu gehört auch das Gebiet am Südende von Hurdalssjöen.

3. Die Kontaktzonen von Grua.
4. Das Gebiet von Mistberget bei Eidsvold, sowie einige isolierte Silurschollen im Nordmarkit am Gjödingselv.
5. Die Kontaktzonen von Skreifjeldene am Mjösen.

Das Gebiet 4 habe ich nur flüchtig besucht, das Gebiet 5 ließ ich außerhalb des Bereichs meiner Arbeit.

Natrongranit.

Die schönsten Kontaktgebiete liegen zu beiden Seiten des Sees Ekern, an der Nordostseite Hamrefjeld (der bekannte Vesuvianfundort), an der Südwestseite Gunildrud.

Die Kontaktzone am Natrongranit nordöstlich von Hamrefjeld habe ich nur ganz flüchtig besucht.

Granitit.

Am Granitit des Kristianiagebiets liegt eine ganze Reihe schöner Kontaktgebiete.

1. Das Gebiet bei Holmestrand am Kristianiafjord.
2. Das Gebiet im Tal von Sande (mit der Zinklagerstätte von Rien).
3. Das Aaserudgebiet, nordwestlich von dem vorigen.
4. Das Gebiet von Konnerud, südlich von Drammen.
5. Das Gebiet von Glomsrudkollen-Vikersund in Modum.
6. Das Gebiet von Sjaastad-Hörtekollen, an der Westseite des Liertals.
7. Das Gebiet von Gjellebæk, an der Ostseite des Liertals.

Dazu kommen noch einige kleinere Gebiete interessanter Kontaktmetamorphose, wie z. B. an der Nordseite des Drammenstals. Das Gebiet von Holmestrand habe ich noch nicht untersucht, hoffe aber, nächsten Sommer dazu zu kommen.

Ein Gebiet starker Kontaktmetamorphose in Bærum, westlich von Kristiania, gehört entweder zu den Kontaktzonen des Granitits oder des Nordmarkits; das betreffende Tiefengestein ist noch nicht durch die Erosion freigelegt.

Die Beobachtungen in den Kontaktzonen der hier aufgezählten Tiefengesteine ließen im allgemeinen *keine Abhängigkeit der Kontakterscheinungen von der Zusammensetzung der Eruptivgesteine* erkennen. Die Hornfelse aus den Kontaktzonen der basischen Essexite lassen sich absolut nicht von denen aus der Umgebung der Syenite und Granite unterscheiden. Auch die exomorphe pneumatolytische Kontaktmetamorphose, soweit eine solche vorhanden ist, läßt merkwürdigerweise keine direkte Abhängigkeit

von der Zusammensetzung des Eruptivgesteins erkennen. An den verschiedenen sauren Syeniten und Graniten des Kristianiagebiets finden wir dieselben Kontaktlagerstätten mit Anreicherung von Eisen, Zink, Kupfer und Blei.

Auf nebenstehender Uebersichtskarte ist die Lage der einzelnen von mir untersuchten Kontaktgebiete dargestellt.

Die Dimensionen des Kontakthofs.

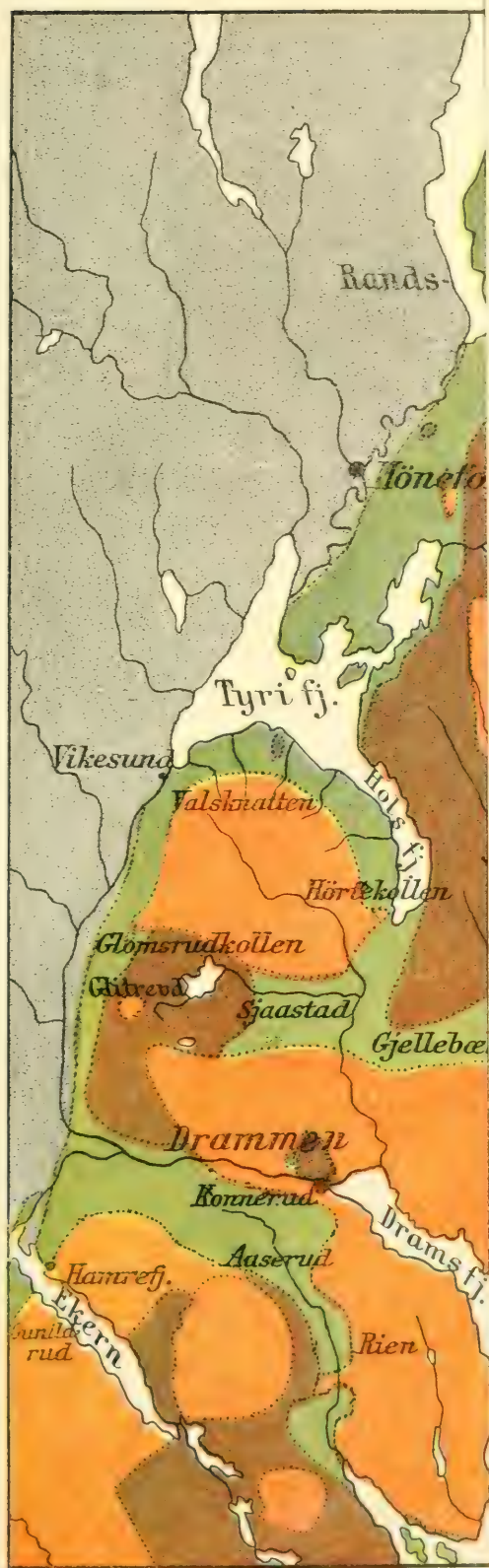
Ueber die Dimensionen des Kontakthofs habe ich nicht viele neue Beobachtungen gemacht. KEILHAU (*Gaea Norvegica*) gibt an, daß die »Härtung« der Schiefer in einem Abstand von zwei Kilometern vom Granit oder Syenit bemerkbar ist. Diese Grössenordnung der Kontaktzone ist gewiß für die meisten großen Syenit- und Granitmassen im Kristianiagebiet zutreffend, wenigstens für den mittleren Teil des Kristianiagebiets darf sie als Norm aufgestellt werden.

Kleinere Eruptivmassen haben natürlich einen schmäleren Kontakthof, ohne daß doch die Umwandlung in der innersten Zone schwächer ist, als bei großen. Als Beispiel sei die Essexitmasse von Sölvsberget in Hadeland angeführt, deren Kontakthof höchstens nach hundertern von Metern zählt, obgleich in der innersten Kontaktzone dieselben grobkörnigen Hornfelse entstanden sind, wie an den großen Granit- und Syenitmassen. Der ganz kleine Essexitlakkolith von Gaasöen im Kristianiafjord hat die angrenzenden untersilurischen Sedimente in Kalksilikathornfelse umgewandelt, die Breite des Kontakthofs zählt aber nur nach Metern.

Bei den großen Granit- und Syenitlakkolithen des Kristianiagebiets trifft man stellenweise Kontaktgebiete von weit mehr als zwei Kilometer Breite, wie z. B. südlich von Drammen; diese große Breite des Kontakthofs ist aber nur eine scheinbare, hervorgerufen durch das ganz flache Einfallen des Eruptivgesteins.

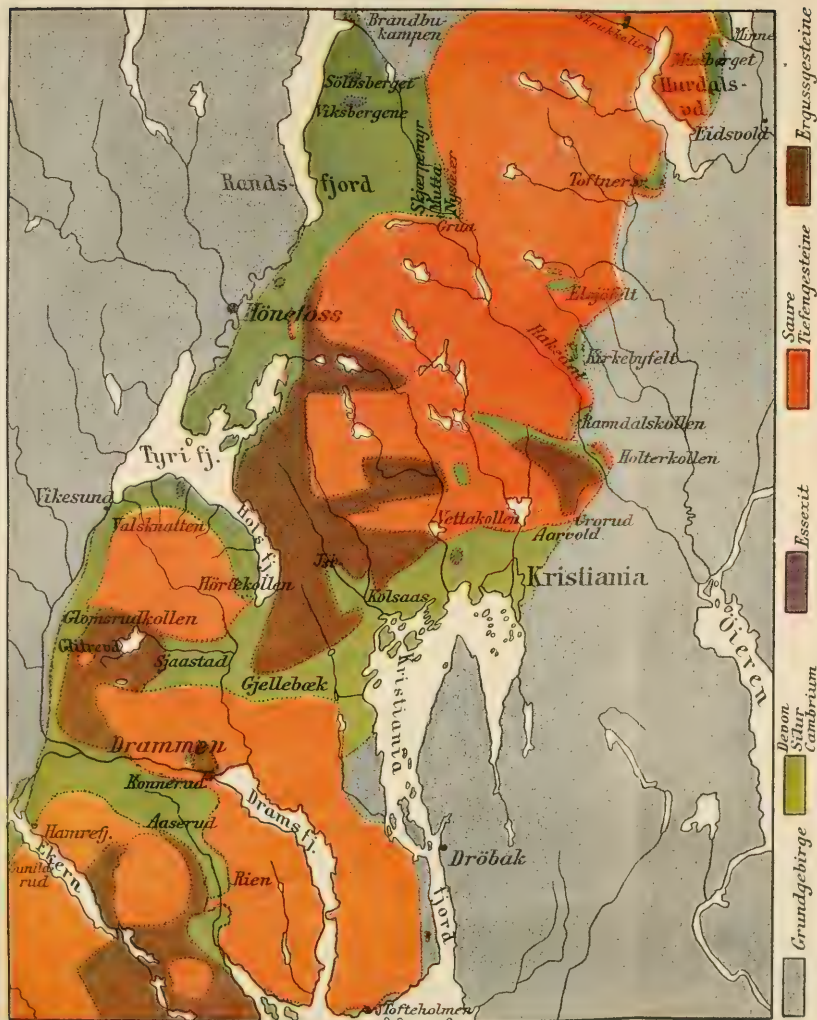
Die stärkste Kontaktmetamorphose trifft man natürlich an der unmittelbaren Grenze der Tiefengesteine; besonders geeignet zum Studium intensivster Kontaktmetamorphose sind kleine Schollen von Sedimentgesteinen, die isoliert im Eruptiv liegen (vergl. im geol. Teil dieser Arbeit die Hornfellschollen im Syenit von Aarvold-Grorud, nordöstlich von Kristiania).

Der mittlere



Der mittlere Teil des Kristianiagebiets.

1:500 000



0 10 20 30 40 50km.

GEOLOGISCHE BESCHREIBUNG EINIGER KONTAKTGEBIETE.

Die Kontaktzonen an den Essexitlakkolithen von Gran (Hadeland).

Die basischen Tiefengesteine von Gran besitzen einen ungemein schönen und lehrreichen Kontakthof, den Prof. BRÖGGER mehrfach kurz erwähnt hat (Z. K. 16, p. 21, The Basic Rocks of Gran, Quart. Journ. of the Geol. Soc. Febr. 1894, p. 16). Ich kann seinen Angaben nicht viel Neues von Beobachtungen im Felde zufügen, ich habe selbst die drei Essexitlakkolithen mehrfach besucht und Material gesammelt; die Grundlage für die Bearbeitung bildeten aber Hornfelse, die Herr Prof. BRÖGGER vor mehreren Jahren gesammelt hatte, und die er mir freundlichst überließ. Gleichzeitig stellte er mir eine grosse Anzahl von Dünnschliffen dieser Gesteine zur Verfügung. Wofür ich ihm aber besonders zu Dank verpflichtet bin, ist die Erlaubnis, für meine Arbeit fünf Gesteinsanalysen zu benützen, die er vor mehreren Jahren von Herrn Dr. O. N. HEIDENREICH ausführen ließ, als er selbst die Absicht hatte, die Kontaktgesteine von Sölvsberget zu studieren.

Bekanntlich hat man in der Gegend von Gran drei größere Massen essexitischer Tiefengesteine. Es sind dies von Norden nach Süden: Brandbukampen, Sölvsberget und Viksbergene. Am schönsten sind die Kontakterscheinungen bei den zwei südlichsten, die im folgenden beschrieben werden.

Sölvsberget.

Die Essexitmasse von Sölvsberget bildet eine aufragende Kuppe in dem umgebenden welligen Silurgebiet, die topographischen und geologischen Verhältnisse erkennt man an BRÖGGER'S Karte 1 : 50 000 in »Eruptivgesteine des Kristianiagebiets I« (1894).

Die größte Ausdehnung der Essexitmasse beträgt nur etwas über einen Kilometer, die Kontaktwirkungen sind aber ungemein kräftig, wenn auch die Breite der Kontaktzone gering ist.

Die umgewandelten Gesteine waren wesentlich die Tonschiefer der silurischen Etage 4; speziell besitzt der unterste Teil dieser Schichtenfolge, der Ogygiaschiefer (4 a α) große Verbreitung um Sölvsberget. Dem Schiefer sind (meist kleine) Kalklinsen eingelagert, in manchen Horizonten findet man zahlreiche dünne Sandsteinschichten.

Die Kontaktmetamorphose hat die Schiefer zu dunkeln biotitreichen Hornfelsen umgewandelt, an der unmittelbaren Grenze des Eruptivgesteins und in einigen Metern davon erreichen die Körner der einzelnen Gemengteile makroskopische Dimensionen. Man erkennt mit bloßem Auge centimetergroße Einsprenglinge von Kalifeldspat und vor allem die unzähligen violettbraunen Biotittafeln im Hornfels.

Die Sandsteinschichten werden zu weißen Quarzithornfelsen; die Kalkknollen haben zur Bildung von Granat und andern Kalksilikaten Anlaß gegeben, sofern sie nicht so rein waren, daß Marmor entstanden ist.

Die Kontaktzone von Sölvsberget wird schon von KEILHAU erwähnt. BRÜGGER (Z. K. 16, p. 21) betont die Aehnlichkeit der grobkörnigen Hornfelse mit solchen aus den Kontaktzonen saurer Tiefengesteine. Später (The Basic Rocks of Gran) erkannte er Hypersthen als wesentlichen Bestandteil dieser Hornfelse.

Da er es für möglich hielt, daß dem Gestein Verbindungen von Eisen und Magnesia vom Essexit zugeführt worden sind (zur Hypersthenbildung), ließ er die Gesteine durch Dr. HEIDENREICH analysieren, wobei sich zeigte, daß keinerlei Substanzzufuhr stattgefunden hat (siehe weiter unten).

Später stellte sich bei meinen Untersuchungen heraus, daß Hypersthen ein ganz gewöhnlicher Bestandteil vieler Hornfelse ist, sowohl in den Kontaktzonen basischer, wie in denen saurer Tiefengesteine.

Der Mineralbestand der Hornfelse von Sölvsberget ist im petrographischen Teil dieser Arbeit ausführlich beschrieben, hier seien nur die Analysen, verglichen mit denen des unveränderten Gesteins¹, aufgeführt.

- I. Schiefer der Etage 4 a α , zwischen Melbostad und der Kirche von Gran, nicht metamorph (östlich von Sölvsberget).
- II. Schiefer der Etage 4 a α , Scheune bei dem Hof Forten, am Fuß des Ostabhangs von Sölvsberget, beginnende Kontaktmetamorphose.
- III. Dichter Hornfels, Sölvsberget.
- IV. Körniger Hornfels, Ostgrenze des Essexits, Sölvsberget.
- V. Körniger Hornfels, Berget am Ostabhang von Sölvsberget.

¹ Alle diese Gesteine entstammen demselben stratigraphischen Horizont.

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|--------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| SiO ₂ | 57,68 | 53,28 | 56,19 | 56,59 | 58,28 |
| TiO ₂ | — | 0,70 | 0,49 | 0,29 | 0,21 |
| Al ₂ O ₃ | 17,22 | 18,97 | 18,88 | 18,15 | 17,98 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,67 | 1,73 | 3,00 | 4,32 | 2,42 |
| FeO | 5,73 ¹ | 7,51 | 5,71 | 5,21 | 6,52 |
| MnO | Spur | 0,18 | 0,11 | 0,21 | 0,17 |
| MgO | 4,85 | 5,46 | 4,78 | 5,01 | 4,88 |
| CaO | 1,97 | 3,13 | 3,96 | 5,14 | 2,01 |
| Na ₂ O | 1,25 | 0,99 | 0,83 | 1,41 | 1,39 |
| K ₂ O | 3,62 | 3,75 | 4,21 | 3,64 | 4,29 |
| H ₂ O | 5,37 | 4,12 | 1,93 | 0,64 | 2,19 |
| P ₂ O ₅ | 0,05 | 0,08 | 0,06 | 0,10 | 0,07 |
| C | 0,98 | 0,20 | — | — | — |
| | 100,39 | 100,10 | 100,15 | 100,71 | 100,41 |

Diese Analysen zeigen, daß hier bei der Kontaktmetamorphose keinerlei Zufuhr von Substanz stattgefunden hat; hingegen ist, wie so oft, der Wassergehalt durch die Umwandlung vermindert worden. Der hohe Wassergehalt in V. ist sekundär, er beruht auf der Zersetzung des Cordierits, vergl. im petrogr. Teil dieser Arbeit.

Der Oxydationsgrad des Eisens ist in den umgewandelten Gesteinen etwas verschieden von dem ursprünglichen, das treffen wir überhaupt sehr oft bei der Kontaktmetamorphose. Die Umwandlung bewirkt aber durchaus nicht immer eine *höhere* Oxydation des Eisens, vergl. den Essexthornfels von Aarvold (im petrographischen Teil dieser Arbeit, Anhang zu den Hornfelsen der Klasse 6).

Daß keinerlei Zufuhr stattgefunden hat, sieht man beim Vergleich der Durchschnittszahlen der Analysen I und II einerseits, III, IV, V andererseits, Diese Durchschnittszahlen sind nach Abzug von Wasser und Kohlenstoff berechnet, wobei der gesamte Eisengehalt zu FeO umgerechnet wurde.

Man erhält folgende Zahlen:

| | Durchschnitt von I und II. | Durchschnitt von III, IV und V. | Diff. |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------|
| SiO ₂ | 58,55 | 57,88 | — 0,67 |
| TiO ₂ | 0,37 ² | 0,34 | — 0,03 |
| Al ₂ O ₂ | 19,11 | 18,62 | — 0,49 |
| FeO | 8,60 | 8,87 | + 0,27 |
| MnO | 0,10 | 0,16 | + 0,06 |

¹ Wohl zum Teil durch Reduktion mittelst C entstanden.

² respektive 0,70.

| | Durchschnitt von I und II. | Durchschnitt von III, IV und V. | Diff. |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------|
| MgO | 5,45 | 4,95 | — 0,50 |
| CaO | 2,69 | 3,76 | + 1,07 |
| Na ₂ O | 1,18 | 1,23 | + 0,05 |
| K ₂ O | 3,88 | 4,11 | + 0,23 |
| P ₂ O ₅ | 0,07 | 0,08 | + 0,01 |
| | 100,00 | 100,00 | |

Von irgendwelcher Substanzzufuhr kann also keine Rede sein.

Die unveränderten Tonschiefer wurden mikroskopisch untersucht. Der Schiefer von Melbostad (Analyse I) läßt im Dünnschliff eckige Quarzkörner erkennen. In einer scheinbar amorphen Grundmasse liegen ausserdem zahllose kleine Schüppchen von Kaliglimmer, sowie hier und da ein Säulchen von Rutil. An einigen Stellen ist das Gestein von Kalkspat-Adern durchsetzt.

Ein ähnliches Bild ergab der Schiefer von Forten (Analyse II). In der dichten Grundmasse des Gesteins scheint Chlorit einen wesentlichen Gemengteil zu bilden, bei der äusserst geringen Korngrösse ließ er sich aber nicht sicher bestimmen.

Bei etwas stärkerer Umwandlung beobachtet man im Dünnschliff massenhaft winzige Schuppen eines hellbraunen Biotits.¹ Der Biotit ist viel heller als der des inneren Kontakthofs und scheint direkt aus dem Kaliglimmer des unveränderten Gesteins hervorgegangen zu sein. Je weiter man sich von der Grenze des Essexits entfernt, desto heller werden die Glimmerschüppchen, bis man zu den Muskovit-führenden unveränderten Gesteinen kommt. Der Muskovit ist optisch negativ und deutlich zweiachsig.

Es scheint mir, daß der Kaliglimmer bei der Kontaktmetamorphose Magnesia- und Eisenverbindungen aufnimmt (aus Chlorit?). Erst bei relativ starker Kontaktmetamorphose nehmen die Glimmerblättchen größere Dimensionen an, und gleichzeitig stellen sich andere Kontaktminerale in solcher Korngröße ein, daß man sie mit starken Vergrößerungen erkennen kann. Ein solches Stadium ist in dem Gestein der Analyse III vertreten. Die Grösze der Biotite erreicht schon 0,01 mm.

Die stark umgewandelten, relativ grobkristallinen Gesteine der inneren Kontaktzone sind im petrographischen Teil dieser Arbeit beschrieben.

¹ Ähnliches beschreibt H. O. LANG aus der Kontaktzone v. Vettakollen (Nyt Mag. f. Naturv. 30 (1886), p. 307).

Die verschiedenen Stadien der beginnenden Kontaktmetamorphose lassen sich auch an den Gesteinen von Brandbukampen, nördlich von Sölvberget schön verfolgen. Ich habe Dünnschliffe davon untersucht, sie bieten aber nichts von Interesse gegenüber denen von Sölvberget.

Viksbergene.

Die relativ große Essexitmasse von Viksbergene, südlich von Sölvberget, hat die umgebenden Silurschichten sehr stark metamorphosiert.

Von besonderem Interesse ist die Umwandlung obersilurischer Kalkschichten am Nordabhang. Es sind Schichten des oberen Llandovery (Etage 7), die zu grobkristallinischem weißen Marmor geworden sind. Sowohl der Kalk mit *Pentamerus borealis* (Etage 7 a), als auch der eigentliche Pentameruskalk (Etage 7 b a) sind in Steinbrüchen schön abgeschlossen.

Im Borealiskalk sind die großen dickschaligen Individuen von *Pentamerus borealis* trotz der Metamorphose vortrefflich erhalten.

Südlich vom Hofe Gamkinn ist auf Zinkblende geschürft worden. Das (ganz unbedeutende) Vorkommen liegt am Nordabhang von Viksbergene im Borealiskalk ganz nahe der Grenze des Essexits. Die hellgelbe Blende imprägniert den Marmor längs einer N—S streichenden Spalte, die bis zur Essexitgrenze führt. Längs derselben Spalte sind reichliche Mengen von Quarz emporgedrungen. Der Quarz durchtränkt auch den angrenzenden Marmor. Auf Drusenräumen der Quarzmasse findet sich Goethit in großer Menge, Stücke von hier sind schon früher von Prof. BRÖGGER gesammelt worden; daneben kommt ein wenig Schwefelkies vor. Die Zinkblende füllt im Marmor oft gerade die dicken Schalen des *Pentamerus borealis*.

Die gewöhnlichen Kontaktsilikate sind hier nicht entstanden. Es ist daher fraglich, ob das Vorkommen mit den eigentlichen Kontaktlagerstätten in eine Reihe zu stellen ist, oder ob es sich um etwas jüngere Absätze aus wässerigen Lösungen handelt. Letztere Annahme scheint mir am wahrscheinlichsten; die Mineralkombination Kalkspat, Quarz, Goethit deutet entschieden auf eine relativ niedrige Temperatur bei der Entstehung, sonst hätte sich z. B. Andradit bilden müssen.

Man findet aber auch Kontaktvorkommen des gewöhnlichen Typus auf Viksbergene. An der Südgrenze des Essexits liegen mehrere Schürfe auf Zinkblende. Die Blende findet sich in ganz unbedeutender Menge neben einem Diabasgang, der an der Grenze aufsetzt. Die angrenzenden Silurschichten enthalten grünen Granat und Wollastonit. In der Spalte des Diabasganges verläuft ein Zinkblende enthaltender Quarzgang.

Auch bei Brandbukampen ist auf Zinkblende geschürft worden, ebenso längs Diabasgängen im Grundgebirge; ich habe diese Vorkommen nicht besucht.

Die Mäenitgänge, die allenthalben als Gangbegleiter des Essexits vorkommen, sind stellenweise von Flußspat begleitet, der kleine Spalten neben den Mäenitintrusionen ausfüllt. Solchen fand ich an der Bahnlinie südlich von Brandbukampen (zwischen Röikenvik und Brandbu).

Die Kontaktzone von Aarvold-Grorud.

Wenige Kilometer nordöstlich von Kristiania liegt die Kontaktzone von Aarvold-Grorud, eine der interessantesten im Kristianiagebiet.

Hier grenzt die südöstliche Ecke des großen Nordmarkitgebiets an untersilurische Sedimente, die hochgradig metamorphosiert sind. Durch einen regen Steinbruchsbetrieb im Nordmarkit sind die obersten Bänke des Lakkolithen selbst vorzüglich aufgeschlossen, und sie zeigen eine erstaunliche Mannigfaltigkeit an Einschlüssen älterer Gesteine. Diese Einschlüsse sind auf das stärkste umgewandelt, und bieten dadurch ein reiches Material für den Mineralogen und Petrographen.

Folgende sind die wichtigsten der eingeschlossenen Bruchstücke, die sich identifizieren ließen¹:

1. Einschlüsse von Gneiß und Glimmerschiefer des Grundgebirges.
2. Einschlüsse verschiedener Tonschieferhornfelse, umgewandelte Sedimente, die größtenteils der Etage 4 entstammen.
3. Einschlüsse von feinkörnigen Kalksilikathornfelsen, denselben Schichten entstammend.
4. Einschlüsse von Kalksandstein-Hornfelsen, vielleicht aus der Etage 5.
5. Grobkörnige Kalksilikatmassen, vielfach mit pneumatolytischen Mineralien, aus unbekanntem silurischen Niveau.
6. Große Schollen von Marmor, umgewandelter Kalkstein des Ober-silurs.
7. Schollen von umgewandelter Essexitlava, zu Pyroxenhornfels umgewandelt.
8. Dasselbe Gestein in kilometergroßen Bruchstücken, nicht so tief in den Nordmarkit eingesunken und daher nur zu Amphibolkontaktgesteinen umgewandelt.
9. Schollen von kontaktmetamorphem Rhombenporphyr, deren Dimensionen von Decimetern bis zu Kilometern wechseln.
10. Bruchstücke von Gängen des Akeritgefolges.

Dazu kommen noch dunkle Hornfelse, die vielleicht umgewandelte Nordmarkitminetten sind.

11. Bruchstücke von Pulaskitgesteinen, also älteren Tiefengesteinen der Nordmarkitreihe.

Die detaillierte Beschreibung der einzelnen umgewandelten Gesteine findet sich im petrographischen Teil dieser Arbeit, hier sollen nur die geologischen Verhältnisse kurz erörtert werden. Ich werde die einzelnen Vorkommen längs der Kontaktzone beschreiben, und zwar in der Reihenfolge von Westen nach Osten.

Schon von der Stadt Kristiania aus sieht man im Nordosten die Anhöhen Grefsenaa und Aarvoldaas. Diese Berge sind ein Teil des großen Nordmarkitmassivs, das den mittleren Teil des Kristiania-gebiets einnimmt. Bei klarem Wetter sieht man schon von der Stadt die hellroten Flächen der Steinbrüche, die allenthalben an günstigen Stellen des Abhangs angelegt sind. Fährt man mit der elektrischen Straßenbahn nach der Station Grefsen, so kommt man zunächst in den äußeren Kontakthof der großen Tiefengesteinsmassen. Die untersilurischen Schiefer zeigen hier schon eine deutliche Härtung. Folgt man dem Trondhjemsvei weiter nach Nordosten, so kommt man an mehr und mehr umgewandelte Gesteine, die hier und da von Apophysengängen des Nordmarkits durchbrochen werden.

Gute Aufschlüsse finden sich in dem Gebiet nördlich von der Landstraße.

Der geologische Bau der Gegend ist auf dem Kartenblatt Fet der norw. geol. Landesanstalt dargestellt.

Das Tal von Aarvold.

Das Tal von Aarvold zwischen den Höhen des Grefsenaa und des Aarvoldaas bietet eine Reihe von schönen Aufschlüssen zum Studium der Kontaktmetamorphose. Die meisten befinden sich an der Ostseite des Tals am Abhang des Aarvoldaas. Ein Fahrweg führt zu einigen großen Steinbrüchen, hoch oben an der Talseite. Folgt man diesem Weg, so überschreitet man noch im Talboden die Grenze des Nordmarkits gegen die umhüllenden Sedimente. Es sind Tonschiefer, Mergelschiefer und reinere Kalkschichten der Etage 4, die hier kontaktmetamorphosiert sind. Am Weg sind vielfach schöne Aufschlüsse in den Kontaktgesteinen vorhanden. Man sieht grüne, oft sehr hell gefärbte Kalksilikathornfelse, dunkle Tonschieferhornfelse und reinere Kalkschichten mit Wollastonit. Die Kontaktzone des Tals von Aarvold ist seinerzeit von A. PENCK (Nyt Mag. f. Naturv. 25, 1879, p. 62—82) beschrieben worden; er erwähnt von hier Dipyr-führenden Kalkstein. Ich habe den Dipyr in den Kalksteinen von Aarvold nicht wiederfinden können.

Der Plagioklas-Cordierit-Hornfels vom Aarvoldstal¹ ist im petrographischen Teil dieser Arbeit eingehend beschrieben. Die Kalksilikathornfelse

gehören größtenteils zu dem gewöhnlichsten Typus, es sind Plagioklas-Diopsid-Hornfelse (Hornfelse der Klasse 7²).

Folgt man dem Fahrweg weiter hinauf, so kommt man über grobkörnigen Nordmarkit, der von einzelnen Diabasgängen durchsetzt ist. Etwa 70 m. über dem Talboden liegen zur Linken des Weges ein paar kleine Steinbrüche, die längst nicht mehr in Betrieb sind. In dem Nordmarkit des einen Bruches findet man eine Reihe von merkwürdigen eingeschlossenen Schollen. Auf Fig. 3 ist die Nordwand des Steinbruchs dargestellt. Der Nordmarkit zeigt die gewöhnliche bankige Absonderung. Links sieht man eine große Scholle von Rhombenporphyr. Dieses Gestein ist deutlich kontaktmetamorphosiert, die Umwandlung äußert sich unter dem Mikroskop wesentlich in einer Umkrystallisation schon vorhandener Mineralien, von irgend einer Materialzufuhr ist nichts zu bemerken. Randlich ist die Rhombenporphyrscholle von zahlreichen Nordmarkitapophysen durchsetzt, vielfach sind kleine Bruchstücke von der großen Scholle losgebrochen³. Diese Rhombenporphyr-

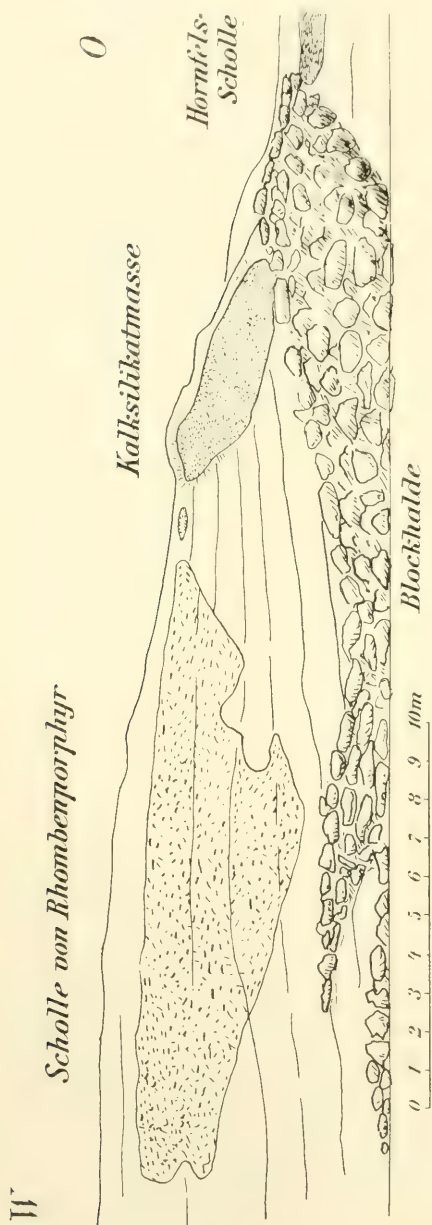


Fig. 3. Das Axinitvorkommen von Aarvold.

¹ Ein ähnlicher, sehr feinkörniger Hornfels von Kolaas, etwas weiter östlich, ist von Prof. DITTRICH analysiert worden, siehe im petrographischen Teil dieser Arbeit (Hornfelse der Klasse 3).

² Vergl. die Klassifizierung der Hornfelse im petrographischen Teil meiner Arbeit.

³ Auf der Skizze Fig. 3 sind diese Details in der Umgrenzung der Rhombenporphyr-scholle nicht wiedergegeben.

scholle ist als ein Stück aus den großen Rhombenporphyrdecken des Kristianiagebiets aufzufassen. Die Nordmarkitmasse von Aarvold-Grorud ist stellenweise direkt unter die Rhombenporphyrdecken injiziert worden, so wird z. B. der Gipfel des Aarvoldaas von einer großen Rhombenporphyrplatte gebildet, die direkt auf dem Nordmarkit aufruht. Die Rhombenporphyrscholle, die ich auf der Zeichnung dargestellt habe, ist nur eine unter vielen. Im Nordmarkit an beiden Seiten des Tals von Aarvold trifft man sehr viele solche Rhombenporphyrschollen, die an ihren großen Feldspateinsprenglingen leicht kenntlich sind.

Neben der Rhombenporphyrscholle sieht man auf der Zeichnung eine große (etwa 6 m. lange) Scholle von Kalksilikatfels; gleich links davon liegt noch eine kleine Scholle derselben Art.

Um diese Kalksilikatscholle zeigt der Nordmarkit intensive endomorphe Kontakterscheinungen. Besonders am westlichen Teil der Kalksilikatscholle besitzt der Nordmarkit eine ganz eigenartige strahlige Struktur gegen die Grenzfläche. Es ist dies auf Fig. 3 und 4 angedeutet. Die aus Alkalifeldspat (Mikroperthit) bestehenden Strahlen erreichen eine Länge von etwa 20 cm. Sie sind als Pseudomorphosen nach Alkaliskapolith aufzufassen; nicht allzu selten findet man Stengel, die noch aus Skapolith bestehn (siehe unter Skapolith im mineralogischen Teil dieser Arbeit). Stellenweise enthält der Nordmarkit hier Einschlüsse von idiomorphem Vesuvian und Granat, letzteren in Ikositetraedern. Auf Drusenräumen sitzen dünntafelige gelbe Axinitkrystalle.

Etwas weiter rechts (bei M auf Fig. 4) findet man in dem sehr feinkörnigen Grenzgestein reichlich Molybdänglanz. Das Gestein enthält hier wesentlich einen hellvioletten Kalifeldspat, daneben findet sich Klinozoisit. Am weitesten rechts am oberen Rand der Kalksilikatscholle ist die Grenze gegen den Nordmarkit keineswegs scharf. Der aplitische Syenit enthält einerseits massenhaft Grossarkkrystalle, sowie diopsidischen Pyroxen, andererseits ist der drusige Granatfels ganz mit Alkalifeldspat durchsetzt. In einer Breite von etwa 10 cm. besteht das Gestein zu gleichen Teilen aus Substanz des Nordmarkits und des Kalksilikatfelses. Auch Kalkspat ist stellenweise als Einschluss im Nordmarkit vorhanden. Dieses Grenzgestein ist auf das reichlichste mit gelbem Axinit erfüllt, der auch auf allen offenen Drusenräumen in guten Krystallen auftritt. An der Grenze gegen den normalen Nordmarkit tritt ein Saum von Aplithabitus auf, der noch vereinzelte Granatkrystalle enthält. Dieser Nordmarkitaplit führt zahlreiche mikroskopische Orthitkrystalle, sowie spärlich größere Krystalle von zersetztem Zirkon (Alvit). Auf Drusenräumen kommt hier neben Axinit auch hellgrüne Zinkblende vor. Die Silurscholle selbst

besteht überwiegend aus Granatfels. Die meist rhombendodekaëdrischen Granatkrystalle erreichen einen Durchmesser von 5 cm. Links oben auf der Zeichnung besteht die Scholle wesentlich aus grobkörniger Vesuvianmasse. Unter der Vesuvianmasse findet man Schichten eines feinkörnigen Diopsid-Granat-Felses mit Vesuvian. Zwischen der Vesuvianmasse und dem Molybdänglanz-führenden Aplit findet man eine großkrystallinische Masse von ikositetraëdrischem Granat. Die einzelnen Granatkrystalle liegen in einer Grundmasse von blättrigem grünen Axinit.

Ein anderer Typus von Kalksilikatfels wurde nur in losgesprengten Blöcken gefunden, die gleich unter der Silurscholle lagen. Die Blöcke

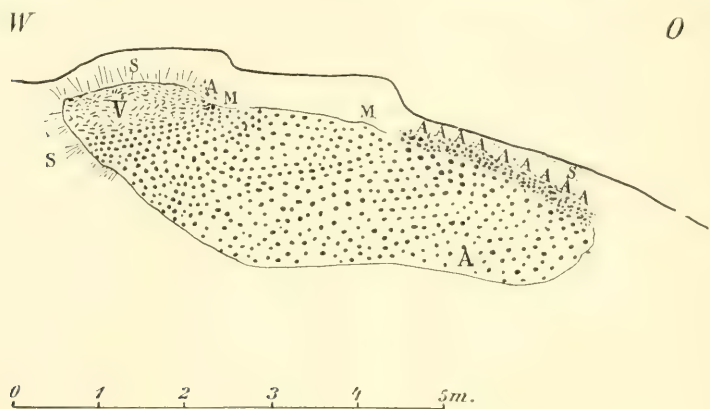


Fig. 4. Kalksilikatscholle von Aarvold.

bestanden aus holzartigen gelblichen Fasern eines Inesit-ähnlichen Minerals, das große blasse Grossularkrystalle einschließt. Mehr akzessorisch fanden sich darin diopsidischer Pyroxen, Apatit und Molybdänglanz. Klumpen und Adern eines schwarzen Braunsteinminerals dürften auf Kosten des Inesits gebildet sein. Einzelne gelbe Axinitkrystalle fanden sich hier ebenso, wie sonst überall in der Kalksilikatscholle.

Auf Fig. 4 ist das Hauptvorkommen des dicktafeligen Vesuvians mit *V* bezeichnet, die hauptsächlichen Axinitanreicherungen sind mit *A* kenntlich gemacht, *S* ist der Skapolith (respektive Paläoskapolith) der Grenzzone. *M* zeigt die Anreicherung von Molybdänglanz.

Die Kalksilikatscholle von Aarvold muß ursprünglich einen mergeligen Kalkstein dargestellt haben. Dessen Platz in der Schichtenfolge läßt sich nicht mit Sicherheit bestimmen, daher kann man nichts näheres über die Zusammensetzung des ursprünglichen Sediments feststellen.

Ein Teil der Kieselsäure ist wohl magmatischen Ursprungs (?), vielleicht auch Tonerde, sicher erst bei der Kontaktmetamorphose hinzugeführt ist das Mangan (im Granat, Axinit und Inesit). Derartige Mangananreiche-

rungen in Kontaktzonen sind im Kristianiagebiet nicht ungewöhnlich, ich brauche nur an den »Manganwollastonit« von Gjellebæk, an den manganreichen Livrit von Skjærpenyr und an den Helvin von Hörtekollen zu erinnern. Auch in anderen Gebieten sind Manganansammlungen in Kontaktzonen nicht ungewöhnlich, vergl. die von LACROIX beschriebenen Granitkontakte der Pyrenäen (Limuritbildung). Daß Borsäure, Fluor, Chlor, Zink, Molybdän und Schwefel magmatischer Herkunft sind, ist selbstverständlich. Speziell über die Skapolithbildung siehe im mineralogischen Teil meiner Arbeit.

Alle diese pneumatolytischen Mineralbildungen sind durch den Gasgehalt des Nordmarkitmagmas verursacht. Die große Menge pneumatolytischer Mineralien hat ihren Grund gewiß in der metasomatisch anreichernden Wirkung, die der kohlen saure Kalk der eingeschlossenen Scholle ausgeübt hat. Bei der Pneumatolyse an dieser Kalkscholle scheinen Chlorverbindungen in viel größerer Menge teilgenommen zu haben als Fluorverbindungen; Skapolith ist äußerst reichlich vorhanden, Fluspat kommt nur in Spuren vor.

In einiger Entfernung von der Kalkscholle zeigt der Nordmarkit den gewöhnlichen Mineralbestand bei normaler Tiefengesteinsstruktur; dies zeigt deutlich, daß die pneumatolytischen Vorgänge auf die Nachbarschaft der Kalkscholle begrenzt waren.

Eine ganz ähnliche Kalkscholle findet sich an der gegenüberliegenden Talseite, etwa 200 m. südwestlich von der eben beschriebenen. Diese zweite Scholle ist ungefähr 2 m. lang, sie besteht ganz überwiegend aus braunem Vesuvian, daneben kommt Grossular vor. Die Kalksilikatmasse ist ganz mit Prehnit erfüllt (siehe diesen im mineralogischen Teil). Der Prehnit ist sekundär auf Kosten des Vesuvians gebildet. Auch in dieser zweiten Scholle kommt hellgelber Axinit vor, auch hier findet er sich gelegentlich im drusigen Nordmarkit an der Grenze. Spuren von Pseudomorphosen nach Skapolith scheinen hier ebenfalls vorzukommen.

Einige ganz kleine Kalksilikatschollen mit Granat und Vesuvian habe ich an mehreren Stellen an der Ostseite des Tals gesehen.

Weit rechts auf der Fig. 3 sieht man eine Scholle von Tonschieferhornfels. Ausserhalb des Profils liegt hier eine große Anzahl solcher Bruchstücke im Nordmarkit. Es sind Plagioklas-Diopsid-Hypersthen-Hornfelse (Hornfelse der Klasse 6), in der Struktur sehr ähnlich den Hornfelsen von Sölvberget. Schon makroskopisch erkennt man in diesen Hornfelsen den Biotit, der dem Gestein die dunkle Farbe verleiht. Die Hornfelse sind deutlich geschichtet, die dunkeln Tonschiefer-Mergelschiefer-Hornfelse wechsellagern mit dichten grünen Kalksilikathornfelsen.

Die Hornfelsbruchstücke grenzen absolut scharf an den Nordmarkit, man sieht trotz der äußerst intensiven Kontaktmetamorphose keine Spur einer Einschmelzung. Gewöhnlich sind die Hornfelsbruchstücke ziemlich flach, die Schollen sind meist parallel den Schichtflächen abgetrennt. In dem eben beschriebenen Steinbruch liegen stellenweise so viele Hornfelschollen im Syenit, daß man beinahe das Bild einer Hornfelsbreccie mit Syenit-Bindemittel erhält.

Auf Fig. 5 ist ein Block von diesem Vorkommen abgebildet, der ganz scharfkantige Hornfelsbruchstücke enthält. Es ist keine Spur einer Resorption an der Grenze wahrzunehmen, der grobkörnige Nordmarkit grenzt vollkommen scharf an die krystallinen Hornfelse.

Die Dimensionen der Schollen sind sehr wechselnd, von wenigen Centimetern bis zu mehreren Metern.

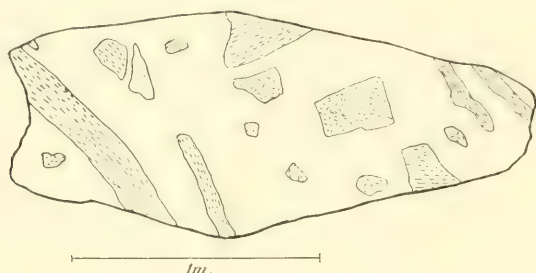


Fig. 5.

Einschlüsse von Tonschieferhornfels in einem Syenitblock von Aarvold.

Um die grossen Hornfelsschollen beobachtet man oft aplitische Gänge im Nordmarkit. Diese Nordmarkitaplite enthalten Drusenräume, in denen folgende Mineralien vorkommen: Kalifeldspat, Albit, Quarz, Amphibol, Orthit, Titanit, Schwefelkies, Kupferkies, Apatit, Flußspat, sowie seltener Zinkblende. Diese Mineralien sind augenscheinlich unter Mitwirkung pneumatolytischer Prozesse gebildet; die Aplitgänge um die Hornfelsschollen repräsentieren offenbar Füllungen von offenen Kontraktionssprüngen, die ursprünglich durch Gase offen gehalten wurden. Aehnliche Adern durchsetzen auch die Hornfelsschollen selbst.

Derartige Bruchstücke silurischer Schiefer kommen allenthalben im Syenit vom Aarvoldstal vor. Die dunkeln Gesteine sind durchwegs reich an Biotit. Schöne Schollen von Schieferhornfels finden sich z. B. zusammen mit der oben beschriebenen Kalksilikatscholle an der Westseite des Tals, ebenso oberhalb des Hofes Stig.

Manche der grünen Kalksilikathornfelse, die ich in kleinen Schollen beobachtet habe, gehören der Kalksandsteinreihe an; sie enthalten als Hauptbestandteile Quarz und Wollastonit, daneben diopsidischen Pyroxen.

Außerhalb des abgebildeten Profils Fig. 3 finden sich (zur rechten Seite) Bruchstücke einer andern Art im Syenit eingeschlossen. Es sind etwa meterlange Schollen eines körnigen, dunkeln Hornfelses ohne erkennbare Schichtung. Makroskopisch erkennt man die gewöhnlichen großen Biotittafeln der Hornfelse. In Dünnschliffen unterschied sich dieser Hornfels (ein Plagioklas-Diopsid-Hypersthen-Hornfels) sehr wenig von den gewöhnlichen Kontaktprodukten der silurischen Schiefer, nur war die Leistenform der Feldspate deutlicher ausgesprochen. Die Analyse (siehe den petrogr. Teil meiner Arbeit, Anhang zu den Hornfelsen der Klasse 6) zeigte aber, daß es sich um umgewandelte Gesteine der Essexitreihe handelt; es sind aller Wahrscheinlichkeit nach Bruchstücke von Essexitlaven, die, ebenso wie die Rhombenporphyr-schollen, von oben in das Tiefengesteinsmagma hineingefallen sind. Auch von der gegenüberliegenden Seite des Aarvoldstals kenne ich eine derartige Scholle, hier von etwas größeren Dimensionen.

Weiter kommen Bruchstücke akritischer Ganggesteine im Nordmarkit vor. Ich fand ein solches Bruchstück von etwa 20 m. Länge auf dem Rücken zwischen dem Aarvoldstal und dem Almetal. Herr Prof. BRÖGGER erkannte das Gestein als Kontaktprodukt eines akritischen Ganges; der Feldspat des Gesteins ist größtenteils umkrystallisiert, als Neubildung kommt brauner Biotit vor.

Die Steinbrüche an der Südostseite des Aarvoldaas¹.

Auf der Höhe des Aarvoldaas liegt Rhombenporphyr² über dem Nordmarkit; südlich vom Aarvoldaas, in der Anhöhe Kolaas³, ist der Nordmarkit in untersilurische Gesteine injiziert. Zwischen diesen beiden Punkten muß eine große Vertikalverwerfung das Lakkolithendach durchsetzt haben. Die Sedimente von Kolaas sind sehr stark metamorphosiert, zwischen Kolaas und dem Aarvoldstal finden sich Wollastonitfels und grüner Granatfels, letzterer mit Enkrinitengliedern. Auf Kolaas herrschen Tonschieferhornfelse mit Kalksilikateinlagerungen vor. An der Südseite von Kolaas ist ein schöner Aufschluß durch einen kleinen Schotterbruch geschaffen, ein Apophysengang von Nordmarkit setzt durch abwechselnde Schichten von granatführendem Kalk und umgewandeltem Kalksandstein.

¹ Aarvoldaas = Tonsenaas, unter welchem Namen die Anhöhe in der älteren Litteratur vielfach erwähnt ist.

² Vergl. BRÖGGER (Zeitschr. f. Kryst. 16 (1890), p. 60).

³ Vergl. KJERULFS Profil über Kolaas (Univ. Progr. Kristiania), 2. Semester 1865, p. 38). Die Rhombenporphyrplatte auf dem Gipfel vom Aarvoldaas (Tonsenaas) fehlt.

Es fanden sich hier einige Abdrücke von Brachiopoden; wie mir Herr Prof. J. KLER mitteilte, handelt es sich wahrscheinlich um den obersten Teil der Etage 4.

Dicht unter dem Dach des Lakkolithen sind an der Südostseite vom Aarvoldsaa, nahe dem Tonsenplads, ein paar große Steinbrüche im Nordmarkit angelegt worden. Besonders der größte flache Steinbruch bietet viel von Interesse. Der Nordmarkit ist hier prachtvoll grobkörnig entwickelt, er ist stellenweise voll von Drusenräumen. Ich habe folgende Mineralien auf den Drusenräumen dieses Steinbruchs beobachtet: Kalifeldspat, Albit, Quarz (oft sehr flächenreiche Krystalle, u. a. mit Prismen dritter Art und niedrigen Rhomboëdern), Hornblenden, Meroxen, Epidot, Orthit, Titanit, Flußspat (sehr häufig), Apatit, Magnetit, Eisenglanz, Schwefelkies, Bleiglanz, Zinkblende, Molybdänglanz, Kupferkies, sowie als jüngste Bildungen Harmotom, Heulandit und Kalkspat.¹ Mitunter findet man dunkelgrüne Diopsidkrystalle auf diesen Drusenräumen, ein Zeichen dafür, dass die Drusenräume schon kurz nach der Erstarrung des Gesteins existierten.

Die Drusenmineralien deuten auf einen reichlichen Gasgehalt des Magmas. In diesem Nordmarkit finden sich zahlreiche eingeschlossene Schollen des Nebengesteins. Am häufigsten sind Schollen von Tonschieferhornfels, die durch ihren Biotitgehalt dunkel gefärbt sind. Diese Hornfelse werden sehr grobkörnig, die Biotit tafeln erreichen Dimensionen von einem halben Centimeter. Es würde oft schwer fallen, an die sedimentäre Natur dieser grobkrySTALLINEN Gesteine zu glauben, wenn sie nicht mit dünnen Schichten der gewöhnlichen grünen Kalksilikathornfelse wechsellagerten².

Die grobkrySTALLINISCHEN Hornfelse in diesem Steinbruch gehören fast ausschließlich zur Klasse 7, es sind Plagioklas-Diopsid-Hornfelse. Im petrographischen Teil meiner Arbeit sind sie ausführlich beschrieben.

Die Hornfelse sind, ebenso wie die von Aarvold, oft von Nordmarkitapophysen durchsetzt. Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist die Zerflaserung der Hornfelsschollen an der Grenze gegen den Nordmarkit. Während einige Schollen von vollständig scharfen geraden Rändern begrenzt sind, zerfallen andere Hornfelsbruchstücke am Rand in kleine Fetzen, oft scheint das Gestein wie trockener Sand auseinander gefallen zu sein. Diese Erscheinungen sind auch im petrographischen Teil meiner Arbeit besprochen. Der Zerfall macht gar nicht den Eindruck einer Schmelzung, es sieht so aus, als ob die Mineralkörner des Hornfelses weiter auseinander rücken, wobei Nordmarkitmineralien ihre Zwischenräume ausfüllen.

¹ Vergl. BRÖGGER (Zeitschr. f. Kryst. 16 (1890), p. 60).

² Dies wurde schon von KJERULF beobachtet („Om stratifikationens spor“, p. 16).

Manchmal beobachtet man auch, daß Hornfelsbrocken völlig von kleinen Gängen und Linsen des Nordmarkitmagma durchadert werden.

Die grobkörnigen Tonschiefer-Mergelschiefer-Hornfelse im Syenit dieses Steinbruchs bieten ein geeignetes Material zu mikroskopischen Untersuchungen.

Die Schichten von Kalksilikathornfels gehören zu den Klassen 7, 8 und 9 (Plagioklas-Diopsid-Hornfels, Grossular-Plagioklas-Diopsid-Hornfels und Grossular-Diopsid-Hornfels). In den Kalksilikathornfelsen finden sich nicht selten Reste des ursprünglichen Karbonats. Mitunter führen diese Gesteine etwas Epidot, nur selten kommt Epidot-Orthit vor.

Nicht nur als Schichten im Biotit-reichen Hornfels finden sich Kalksilikathornfelse, sondern auch in selbständigen Schollen, oft von Meterlänge.

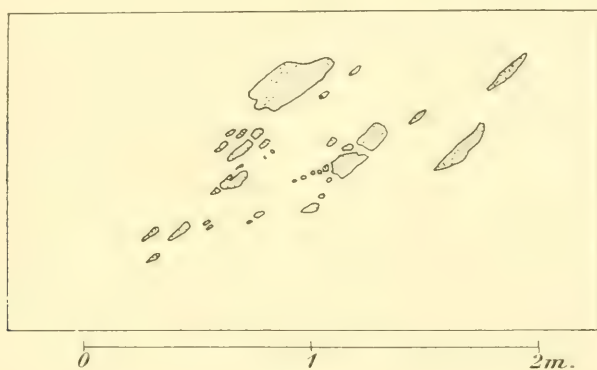


Fig. 6.

Zug von Hornfelsschollen im Nordmarkit.

Auch die Schollen von Kalksilikathornfels zerteilen sich oft in eine Menge kleiner Bruchstücke. An deren Anordnung erkennt man oft, daß sie ursprünglich eine gemeinsame Hornfelsscholle gebildet haben. Im zersprengten Zustand bilden sie einen Schollenzug im Syenit, der eine Richtung des Fließens erkennen läßt, in welcher die Bruchstücke transportiert wurden. Einschmelzungen an den Einzelbruchstücken habe ich nicht beobachtet. Auf Fig. 6 ist ein solcher Zug von grünen Kalksilikat-schollen dargestellt. Die Skizze ist nach einer Photographie des Verfassers gezeichnet.

Derartige Schollen sind meist recht dicht, unter dem Mikroskop erkennt man einen hohen Gehalt an Kalifeldspat. Der Zusammensetzung nach scheinen sie mit den grünen Hornfelsen der Klasse 7 von Konnerudkollen verwandt zu sein. Oft enthalten sie als jüngstes der Kalksilikate Prehnit.

Sowohl um diese Schollen, als auch um die Schollen von Biotit-reichem Hornfels finden sich mitunter Ansammlungen von Titanit im Nordmarkit.

Die Umwandlung der dunkeln Hornfelsbruchstücke im Nordmarkit dieses Steinbruchs scheint mit einer Zufuhr von Natron verbunden zu sein, eine Erscheinung, die sonst im Kristianiagebiet nicht gewöhnlich ist. Mir war schon immer der Albitreichtum der Plagioklase in diesen Gesteinen aufgefallen. Um einer eventuellen Zufuhr nachzuforschen, bat ich Herrn Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg, ein solches Gestein zu analysieren. Das untersuchte Stück stammt aus einem etwa metergroßen Block, der sicher ein umgewandeltes Sediment repräsentiert, da er hellgrüne Kalksilikatschichten enthält. Der Hornfels ist ein Biotit-reiches Gestein der Klasse 7 (Plagioklas-Diopsid-Hornfels).

Die Resultate von DITTRICH'S Analyse, die im petrographischen Teil (Hornfelse der Klasse 7) ausführlicher besprochen wird, sind unter I. aufgeführt. Zum Vergleich seien einige ältere Analysen von unveränderten Tonschiefern aus dem Kristianiatal zusammengestellt.

II. Tonschiefer (Ogygiaschiefer, Etage 4 a α) von Huk auf Bygdö, nach KJERULF (»Christiania-Silurbecken«, p. 34).

III. Grauer Tonschiefer beim Landhause Incognito, KJERULF, l. c.

IV u. V. Tonschiefer d. Etage 4, Tyveholmen, Kristiania, JANNASCH, bei H. O. LANG (Nyt Mag. f. Naturv. 30, 1886, p. 302).

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|--------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 54,95 | 56,51 | 54,43 | 49,46 | 49,32 |
| TiO ₂ | 1,15 | — | — | 0,89 | 0,79 |
| Al ₂ O ₃ | 16,32 | 22,07 | 15,93 | 19,44 | 19,52 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,95 | — | — | 1,37 | 1,55 |
| FeO | 5,66 | 8,10 | 8,42 | 6,03 | 6,22 |
| MnO | 0,16 | — | — | 0,11 | Spur |
| MgO | 4,89 | 0,25 | 3,50 | 4,68 | 5,02 |
| SrO | — | — | — | Spur | Spur |
| CaO | 3,88 | 0,02 | 3,56 | 3,16 | 2,92 |
| Na ₂ O | 5,56 | 0,53 | 0,74 | 1,55 | 1,60 |
| K ₂ O | 3,56 | 3,47 | 3,44 | 4,12 | 4,35 |
| Li ₂ O | — | — | — | Spur | Spur |
| P ₂ O ₅ | 0,0 | — | — | Spur | Spur |
| Cl | — | — | — | Spur | Spur |
| FeS ₂ | — | — | — | 0,29 | 0,29 |
| CO ₂ | — | — | — | 3,70 | 3,31 |

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|-----------------------------|----------|--------------------|-------|---------------------|---------------------|
| Kohle | — | — | 0,66 | (0,14) ¹ | (0,47) ¹ |
| Glühverlust | 0,71 | 5,62 | 7,19 | 6,37 ² | 6,19 ² |
| | 99,79 | 96,57 ³ | 97,87 | 101,17 | 101,08 |
| H ₂ O unter 110° | 0,06 0/0 | | | | |
| H ₂ O über 110° | 0,49 » | | | | |

Daß hier eine Zufuhr von Natron stattgefunden hat, geht aus DITTRICH'S Analyse unzweifelhaft hervor.

Eine derartige Aufnahme von Natron gehört nicht zu der gewöhnlichen Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Ich habe sie nur an kleinen isolierten Schollen im Nordmarkit⁴ beobachtet.

Eine Zufuhr von Eisen und Kieselsäure hat nicht stattgefunden. Daß Eisen und Kieselsäure im allgemeinen *nur Kalksteinen* zugeführt werden, hat seinen Grund in der *metasomatischen* Natur des Prozesses.

In demselben Steinbruch findet man körnige, dunkle Hornfelse, die im Dünnschliff keine andern Bestandteile erkennen lassen als Biotit und sauren Plagioklas, samt Spuren von Eisenerzen. Eine scheinbare Schichtung dieser Hornfelse wird dadurch verursacht, daß sie längs Sprüngen beiderseits grobkörnig entwickelt sind. Die Hornfelsschollen erreichen Dimensionen von einigen Metern, meist sind sie kleiner. Diese Hornfelse sind reicher an Biotit als irgend ein anderes Kontaktgestein im Kristianiagebiet, die Menge des Biotits beträgt über 50 0/0. Das entspricht der Basicität der Gesteine. Eine Analyse, welche Herr Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg ausgeführt hat, ergab folgendes Resultat:

| | | |
|--------------------------------|---------|-------|
| SiO ₂ | | 47,93 |
| TiO ₂ | | 0,76 |
| Al ₂ O ₃ | | 20,34 |
| Fe ₂ O ₃ | | 4,35 |
| FeO | | 8,63 |
| MnO | | 0,13 |
| MgO | | 5,58 |
| CaO | | 1,64 |
| Na ₂ O | | 4,70 |

¹ Nicht in der Summe enthalten.

² Wasser.

³ Der große Verlust der Analyse ist vielleicht durch zu niedrige Bestimmung von Kalk und Magnesia verursacht (Verf.).

⁴ Wahrscheinlich hat eine ähnliche Zufuhr auch an *kleinen* Schollen im Natrongranit stattgefunden (Hamrefjeld).

| | | |
|-------------------------------|---------|---------------------|
| K ₂ O | | 4,88 |
| P ₂ O ₅ | | 0,0 |
| Glühverlust | . . | 0,72 |
| | | 99,66 |
| H ₂ O unter 110° | | 0,05 ^{0/0} |
| H ₂ O über 110° | | 0,32 |

Eine solche Zusammensetzung ist für einen umgewandelten Tonschiefer nicht gewöhnlich. Der niedrige Kieselsäuregehalt bei so großer Menge von Tonerde und Eisen spricht gegen einen normalen Tonschiefer als Ursprungsmaterial des Hornfelses, vielleicht handelt es sich um eine umgewandelte Nordmarkitminette. Im petrographischen Teil dieser Arbeit ist der Mineralbestand des Gesteins näher besprochen (Anhang zu den Hornfelsen der Klasse 3).

Die Steinbrüche zwischen dem Aarvoldaas und Grorud.

Zwischen dem Aarvoldaas und dem Flecken Grorud zieht sich eine fast ununterbrochene Reihe von Steinbrüchen im Nordmarkit. In vielen dieser Brüche sind eingeschlossene Schollen silurischer Sedimentgesteine schön aufgeschlossen, auch ausserhalb der Steinbrüche sieht man leicht die großen Silurschollen im Syenit. Die Dimensionen der Schollen wechseln von wenigen Centimetern bis zu etwa 50 Metern; die Hornfelsschollen sind in diesen Brüchen vollständig scharf umgrenzt, ohne daß eine Zerflaserung der Ränder sichtbar wäre¹. Oft sind die Schollen mit einem Harnisch-artigen Mantel von glatt anliegenden Biotitblättern umgeben. Die Hornfelsschollen im Syenit von Grorud wurden schon von KEILHAU beschrieben (Gaea Norvegica p. 74).

Die Hornfelse sind meist schön geschichtet; dunkle, Biotit-reiche Schichten wechseln mit hellen Lagen von Sandsteinhornfels oder Kalksilikathornfels.

Ich habe zahlreiche Dünnschliffe von Gesteinen dieser Schollen untersucht, am häufigsten sind darunter Hornfelse der Klassen 5 und 6 (Plagioklas-Hypersthen-Hornfelse und Plagioklas-Diopsid-Hypersthen-Hornfelse).

Die Schichten von Sandsteinhornfels sind durch das Ueberwiegen von Quarz gekennzeichnet, die Kalksilikatschichten enthalten oft Reste von Kalkspat; ein Zeichen von metasomatischen Vorgängen ist Zinkblende im Kalkspat (Steinbruch bei Kalbakken).

¹ Dagegen sind sie oft von zahlreichen Apophysen des Nordmarkits durchsetzt.

Auch dunkle Hornfelse, die Biotit als einziges Magnesiamineral enthalten, und die zu derselben Gruppe, wie die Biotit-Hornfelse vom Aarvoldaas gehören, finden sich in diesen Steinbrüchen.

Hier und da sieht man Bruchstücke von Pulaskit im Nordmarkit.

Die Steinbrüche zwischen Grorud und Grussletten.

An der Straße zwischen Grorud und dem Hof Grussletten liegt eine Anzahl von Steinbrüchen, die schöne Einschlüsse im Nordmarkit zeigen.

Die kleineren Silurschollen zeigen die gewöhnliche Metamorphose; die Tonschiefer sind zu dunkeln (Biotit-reichen) Hornfelsen umgewandelt, die kalkreichen Schichten zu hellen (Biotit-armen) Hornfelsen. Die ursprüngliche Schichtung ist sehr schön und scharf erhalten. Resorptionserscheinungen beobachtete ich an einer Scholle bei dem Hofe Grussletten; sie zeigen sich in derselben Streuung der Hornfelsmineralien, wie im Steinbruch südöstlich vom Aarvoldaas.

Die eingelagerten kalkreichen Schichten sind mitunter recht grobkörnig entwickelt, bemerkenswert ist die polysynthetische Zwillingslamellierung des Wollastonits, die man im Dünnschliff beobachtet.

Zwischen den Höfen Frankrige und Grussletten liegt eine ungewöhnlich große Silurscholle im Nordmarkit, sie ist auf der geol. Rektangelkarte Fet wiedergegeben.

Die längste Seite der viereckigen Scholle (in der Richtung N.—S.) misst etwa 150 m. Die Scholle ist an den Seiten einigermaßen eben abgebrochen, es ist ein großes Stück des Lakkolithendaches, das offenbar durch Vertikalverwerfungen losgelöst wurde und dann im Magma versank.

Diese Scholle gehört dem Obersilur an, sie besteht größenteils aus Marmor, dem dünne Schichten von Mergelhornfels eingelagert sind.

Wie so gewöhnlich im Kristianiagebiet, hat die direkte Berührung zwischen dem Magma und dem kohlensauren Kalk Anlaß zu kontaktmetasomatischen Erscheinungen gegeben.

Der Marmor ist an der Grenze stellenweise zu Andraditfels umgewandelt und mit Erzen imprägniert worden. Die wichtigsten unter den Erzen sind Kupfererze und Zinkblende, die sich eben an den Stellen stärkster Andraditisierung finden. Kupferkies ist hier auch im Nordmarkit als Drusenmineral sehr gewöhnlich, es scheint, daß Kupferverbindungen gerade hier in den magmatischen Gasen besonders reichlich zugegen waren. In der Umgebung des Nordmarkits ist bei Grorud an unzähligen Stellen auf Kupfererze geschürft worden. Die meisten und wichtigsten Vorkommen liegen zwischen Grussletten und Alunsjöen. Hier handelt es

sich aber *nicht* um kontakt-metasomatische Vorkommen, die Kupfererze finden sich in kontaktmetamorphen Essexitlaven, die auf dem Nordmarkitlakkolithen liegen. Die Kupfererze treten hier neben Spaltengängen von Nordmarkitporphyr auf, vergl. Vogts Angaben in »Norske ertsforekomster I«. Ich habe diese Vorkommen vorläufig ausserhalb des Bereichs meiner Arbeiten gelassen. Nach Vogts Untersuchung, kommen hier hauptsächlich Buntkupfererz und Kupferglanz vor; diese Erze werden von Eisenglanz und Flußspat begleitet.

Die großen Platten von Essexitlava, die hier dem Nordmarkitlakkolithen als Dach aufliegen, zeigen zwar starke Kontaktmetamorphose, sind aber bei weitem nicht so intensiv metamorphosiert worden, wie die *kleinen* Schollen im Tal von Aarvold. Es sind Amphibol-führende Gesteine, nicht Pyroxen-Hornfelse.

Nordöstlich von Grorud grenzt der Nordmarkit unmittelbar an das Grundgebirge. Er enthält hier Bruchstücke von Gneis, Glimmerschiefer, u. s. w. Solche Schollen findet man z. B. auf der Anhöhe Ravnekollen. Ich habe sie noch nicht näher untersucht.

Die Zinklagerstätten von Hakedal.

Das nordwestliche Viertel der geologischen Rektangelkarte Nannestad wird größtenteils von Nordmarkit eingenommen. Das Nordmarkitgebiet gehört zum Ostrand der großen Nordmarkitmasse, welche sich über einen so großen Teil des nördlichen Kristianiagebiets erstreckt. Die große Tiefengesteinsmasse ist hier größtenteils zwischen dem Grundgebirge und dem cambrischen Alaunschiefer injiziert worden. Reste des sedimentären Daches sind nördlich von Hakedal an vielen Stellen erhalten, besonders längs dem Rand des großen Lakkolithen. Auf der geologischen Rektangelkarte sind die meisten der kleinen Flecken von Cambrium und Silur einigermaßen richtig eingetragen, doch fehlen zwei wichtige Gebiete, das Elsjöfeld und das Knephaugfeld. Die verschiedenen Vorkommen sind auf meiner Uebersichtskarte p. 20 angedeutet. Im folgenden sollen die Kontaktzonen von Hakedal kurz beschrieben werden, die Reihenfolge ist von Süden nach Norden.

Holterkollen.

Das südlichste Silurgebiet an der Ostseite vom Hakedal ist das von Holterkollen. Nach der Rektangelkarte grenzt der Nordmarkit hier an Schichten des Untersilurs. Ich selbst habe diese Kontaktzone nicht besucht.

Es sollen hier ein paar alte Schürfe auf Magnetkies liegen; in der Sammlung des Min. Inst. finden sich einige derbe Stücke von diesem Fundort.

Ravndalskollen.

Einige Kilometer weiter nördlich liegt auf derselben Talseite das Gebiet von Ravndalskollen, wo cambrische und untersilurische Sedimente durch Nordmarkit metamorphosiert sind. In den Kontaktgesteinen ist auf Zinkblende geschürft worden. Von den Bergleuten wird das Gebiet gewöhnlich das Spenningsbyfeld genannt, nach dem Hofe Spenningsby, der weiter südlich im Tal liegt.

Die Kontaktmetamorphose ist eine sehr intensive; die Alaunschiefer lieferten, wie immer, Andalusit-Cordierit-Hornfelse (Hornfelse der Klassen 1 u. 2), die untersilurischen Schichten ergaben größtenteils die gewöhnlichen dichten Kalksilikathornfelse.

Von besonderem Interesse ist hier, wie bei allen Kontakt-Erzlagerstätten, die pneumatolytische Metamorphose.

Besucht man das Gebiet von Hakedal aus, so folgt man am bequemsten dem Weg, der von dem Hofe Berg aufwärts führt. Schon wenige hundert Schritte oberhalb des Hofes sieht man zur Linken einen Flußspatgang, auf den mich Herr Amanuensis SCHETELIG schon früher aufmerksam gemacht hatte. Der Gang läßt sich im Streichen etwa 10 m. verfolgen, er setzt im cambrischen Alaunschiefer auf. Es handelt sich hier unzweifelhaft um einen Absatz aus wässerigen Lösungen, der Alaunschiefer ist an dieser Stelle noch sehr wenig metamorphosiert. Der Gang zeigt abwechselnde Schichten von Quarz und Fluorit, die an den Wänden der Spalte und um Bruchstücke des Alaunschiefers abgesetzt sind. Gegen offene Hohlräume ist der Flußspat in bis 2 cm. großen rauen Würfeln krystallisiert. Geht man weiter hinauf, so wird die Kontaktmetamorphose deutlich intensiver, bis man auf Ravndalskollen in das Gebiet pneumatolytischer Metamorphose gelangt. Der Orthocerenkalk ist zu den gewöhnlichen grünen Skarngesteinen der Kontaktlagerstätten umgewandelt und stellenweise reichlich mit Zinkblende imprägniert worden.

Die metamorphe Sedimentscholle von Ravndalskollen hat eine Fortsetzung auf der gegenüberliegenden, westlichen, Talseite vom Hakedal. Weiter südlich liegt an der Westseite vom Hakedal eine große Scholle von metamorphem Obersilur und Rhombenporphyr im Nordmarkit (bei der Bahnstation Nitedal). Auch hier soll an mehreren Stellen auf Zinkblende geschürft worden sein.

Das Kirkebyfeld¹.

Etwa drei Kilometer nördlich vom Spenningsbyfeld liegt an der Ostseite vom Hakedal, ein recht großes Gebiet von cambrischen und silurischen Sedimenten. Die Länge des Gebiets beträgt etwa 5 km. (in der Richtung N.—S.), die Breite bis 2 km. Dieses Gebiet enthält wichtige Zinkvorkommen, es wird durchwegs als das Kirkebyfeld bezeichnet, nach dem Hofe Kirkeby unten im Tal. Im Südosten liegen die Sedimente noch auf dem Urgebirge, weiter nördlich und westlich schiebt sich der Rand des Nordmarkitlakkolithen unter die Sedimentmasse ein. Wenn man von Kirkeby aus die Zinkvorkommen besucht, steigt man erst längs des Abhangs über Nordmarkit in die Höhe, man kommt an mehreren kleinen eingeschlossenen Silurschollen vorbei. Auf der Höhe erreicht man das Dach des Nordmarkitlakkolithen, es sind hier Schichten des untersten Silurs, der Phyllograptusschiefer. Dieser ist zu Andalusit-Cordierit-Hornfels umgewandelt, man erkennt makroskopische Andalusitkrystalle neben ganz gut erhaltenen Graptolithen, derart wie BRÖGGER es von Gunildrud am Ekernsee beschrieben hat (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1876, »Die silurischen Etagen 2 u. 3«, p. 355). Am Weg liegen ein paar kleine Schürfe auf braune Zinkblende. Die Blende findet sich im umgewandelten Ceratopygenkalk (Etage 3 a γ). Dieses etwa 1—2 m. mächtige Kalkniveau ist hier fast völlig zu Andradit umgewandelt (vergl. die Analyse des Andradits im mineralogischen Teil dieser Arbeit). Die Zwischenräume zwischen den Andraditkrystallen sind mit Kalkspat erfüllt, und eben dieser Kalkspat ist stellenweise durch Zinkblende metasomatisch verdrängt worden.

Solcher Schürfe auf Zinkblende finden sich mehrere längs dem Wege, auch ein paar ganz alte Eisengruben sollen sich in derselben Kontaktzone finden.

Weitaus die größten Zinkvorkommen des Kirkebyfeldes liegen weiter nordöstlich bei einem kleinen Teich, dem Abortjern.

Auch hier ist es der Ceratopygenkalk, der mit Blende imprägniert ist, und zwar stellenweise so stark, daß fast die ganze Mächtigkeit des Kalks in ein Gemenge von dunkler Blende und Magnetkies umgewandelt ist. Meist liegt aber die Blende in Skarngesteinen, die aus dem Kalk durch metasomatische Metamorphose hervorgegangen sind. Unter diesen Skarngesteinen ist am Abortjern der Hedenbergitskarn am gewöhnlichsten. Er enthält oft reichlich Epidot und Quarz. Ausser Zinkblende und Magnetkies findet sich stellenweise etwas Bleiglanz.

¹ Dieses Gebiet, sowohl wie das Elsjöfeld habe ich zusammen mit Herrn Ingenieur O. F. BORCHGREVINK besucht, dem ich viele Angahen über die Zinklagerstätten verdanke.

Ein interessantes Profil ist am Abortjern aufgeschlossen. Es ist ganz schematisch auf Fig. 7 dargestellt. Im Osten trifft man das Grundgebirge mit steilstehenden Gneisschichten. Diese Schichten des Urgebirges sind längs einem Gang von Diabasporphyrit *D* (vom Gangfolge des Nordmarkits?) mit Erzen imprägniert worden. Man findet Magnetkies, Schwefelkies, Zinkblende, Kupferkies und Bleiglanz als Fahlbänd-ähnliche Imprägnationen. Diese Vorkommen sind ganz unbedeutend, sie haben aber ein theoretisches Interesse, indem sie den genetischen Zusammenhang zwischen den Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets und den Lagerstätten im benachbarten Grundgebirge unterstreichen (vergl. J. H. L. VOGT, Zeitschr. pr. Geol. 15, 1907, p. 213).

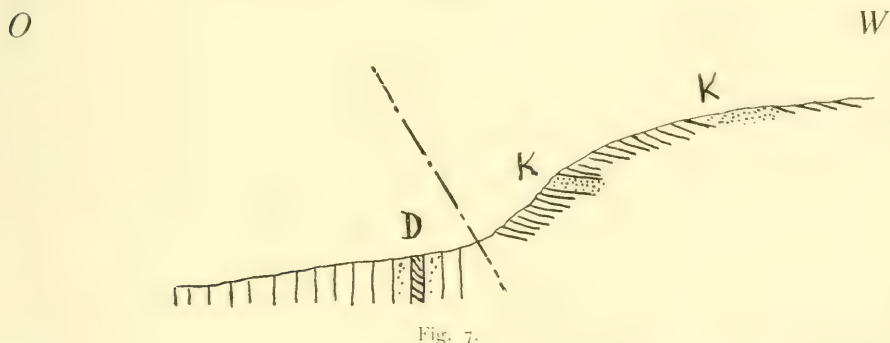


Fig. 7.

Profil bei Abortjern. *D*. Gang von Diabasporphyrit. *K*. Ceratomygenkalk (Etag 3 a 7) kontaktmetasomatisch umgewandelt.

Im Profil treffen wir gleich über dem Grundgebirge Schichten der Etag 3 b, den Phyllograptusschiefer. Die unmittelbare Grenze ist nicht entblößt, aber der Abstand zwischen den Aufschlüssen ist so gering, daß keine beträchtliche Schichtmächtigkeit dazwischen liegen kann. Aus dem Fehlen des Cambriums zwischen Phyllograptusschiefer und Grundgebirge erkennt man, daß längs der Grenze eine Verwerfungsspalte verlaufen muß. Herr Ingenieur BORCHGREVINK war so liebenswürdig, mir ein Bohrprofil zur Verfügung zu stellen, aus dem man ersieht, daß die Verwerfungsspalte nicht vertikal steht, sondern unter einem Winkel von etwa 60^0 nach Westen einfällt. Die Verwerfungsspalte war wahrscheinlich einer von den Zufuhrkanälen für die Erze. Ueber der Spalte, die einen Diabasgang enthält¹, folgen Schichten von Phyllograptusschiefer mit dem Ceratomygenkalk. Ueber Tage liegen dieselben *anscheinend* ziemlich flach und ungestört.

¹ Wie ein Bohrkern zeigte.

Genauere Untersuchungen, die durch bessere Aufschlüsse in der allerletzten Zeit ermöglicht sind, sollen jedoch gezeigt haben, daß sich dieselbe¹ Schichtenfolge mit dem erzführenden Ceratopygenkalk mehrfach wiederholt, entweder durch Faltung oder durch Faltung in Verbindung mit Faltenverwerfungen. Der erste, welcher den verwickelten Schichtenbau erkannte, war Herr Prof. J. KLÆR (mündliche Mitteilung).

Bei der Lagerstätte von Abortjern ist es besonders auffällig, daß der Kalkstein eine ungemein starke kontaktmetasomatische Umwandlung zeigt, während die unmittelbar angrenzenden Schiefer nur eine ganz schwache Kontaktmetamorphose erkennen lassen. Selbst unmittelbar neben dem Erz zeigen die Alaunschiefer keine Andalusitbildung, dagegen ist der Pyrit zu Magnetkies umgewandelt, und die Schiefer sind merkbar gehärtet. Die Graptolithen sind hier ausgezeichnet erhalten. Der unmittelbare Abstand des Nordmarkits ist über Tage 1000 m., dementsprechend zeigt der Alaunschiefer die Metamorphose des äußeren Kontakthofs.

Die metasomatische Umwandlung des Kalksteins ist jedenfalls von Verwerfungsspalten ausgegangen. Es kommt hier erstens die große Verwerfung zwischen Grundgebirge und Untersilur in Betracht, zweitens eine Reihe von vertikalen Querverwerfungen (Richtung etwa O.—W.). Herr Ingenieur BORCHGREVINK teilte mir mit, daß die Imprägnation des Ceratopygenkalks reicher werde, wenn man sich diesen Querverwerfungen nähert.

Bei ganz niedriger Temperatur kann die metasomatische Umwandlung kaum vorgegangen sein; die Bildung von Andradit und Hedenbergit dürfte doch eine ziemlich hohe Temperatur erfordern. Der Epidot mag später in wässerigen Lösungen gebildet sein.

Das Elsjöfeld.

Etwa 5 km. nördlich vom Kirkebyfeld liegt auf derselben Talseite ein bedeutendes Gebiet von Cambrium und Silur mitten im Nordmarkit. Das Gebiet ist nicht auf der geologischen Rektangelkarte eingetragen, ist aber schon von J. H. L. VOGT (*Om dannelse av jernmalmforek.*, Norges geol. Unders. Skir. 1892, p. 73) erwähnt worden. Die Länge beträgt in der Richtung O.—W. mindestens 3,5 km., die Breite senkrecht darauf etwa 1 km. Das Cambrium findet sich nordwestlich vom Engelstad Sæter, besonders auf den Höhen Røraas und Elsjökongen (nach letzterem wird das ganze Gebiet benannt). Oestlich davon liegt das Untersilur, welches durch Schichten der silurischen Etagen 3 und 4 vertreten wird, und sich mindestens bis zu dem kleinen Teiche Dalstjern erstreckt. Wenn man von Hakedal nach dem Elsjöfeld geht, kommt man erst über ein Gebiet von

¹ Ich hielt das oberste Kalkniveau auf Fig. 7 früher für den Orthocerenkalk.

Granitit; erst nahe beim Engelstad Sæter erreicht man den älteren Nordmarkit, in dem die cambrisch-silurische Scholle liegt. Nach der Lage der isolierten Sedimentscholle im Nordmarkit sollte man erwarten, daß sie ein losgebrochenes Stück des Lakkolithendaches repräsentiert, respektive eine losgerissene Scholle der Unterseite ist, und jedenfalls frei im Eruptivgestein schwimmt. Dies ist aber nicht der Fall; Bohrungen haben gezeigt, daß die sedimentäre Scholle nach unten mit dem Grundgebirge verbunden ist. Dieses liegt in einer Tiefe von etwa 170 m. unter der Tagesoberfläche, also in etwa 300 m. Meereshöhe. Das cambrisch-silurische Gebiet von Elsjöfeld ist demnach eine Art von Horst, der von der Unterlage der lakkolithischen Nordmarkitmasse aufragt. Das Bohrprofil zeigte als Einlagerung in den tieferen Schichten der Alaunschiefer Gänge von Mænait, wie sie sich fast überall in den Alaunschiefern des Kristianiagebiets finden (auch in einem Bohrkern des Kirkebyfeldes kommen dieselben vor). Die Mænait des Elsjöfeldes zeigen ebenso, wie die umgebenden Sedimente, starke Kontaktmetamorphose, es finden sich auch Einlagerungen von kontaktmetamorphen melanokraten Gängen, entsprechend den umgewandelten Intrusivgängen von Gunildrud am Ekernsee (vergl. diese weiter unten).

Nahe über dem Grundgebirge traf man in dem tiefsten Bohrloch auf Gänge von einem Nordmarkit-ähnlichen Gestein, das teilweise Greisen-artige Umwandlungserscheinungen zeigte. Der Alkalifeldspat ist an manchen Stellen des Bohrkerns völlig in Muskovitpseudomorphosen verwandelt, die in einer Quarzmasse liegen. Der pneumatolytische Charakter der Metamorphose ergibt sich aus der Gegenwart von Flußspat.

Die Alaunschiefer sind zu Andalusit-Cordierit-Hornfelsen metamorphosiert worden (Hornfelse der Klasse 1 und 2). Darin eingelagert findet man die Kontaktprodukte der ursprünglichen Ellipsoide und Schichten von Kalk. Diese sind, wie so oft bei Erzlagerstätten, sehr mannigfaltig. Der einfachste Fall, die Bildung von grauem grobkörnigem Marmor, ist keineswegs selten. Zusammen mit den Erzen findet man als Umwandlungsprodukte der Kalksteine grüne Andraditfelse, noch häufiger ebenso gefärbte Hedenbergitfelse.

Diejenige Umwandlung der Kalksteine, die für das Elsjöfeld besonders charakteristisch ist, besteht in der Bildung von schwarzen Granat-Graphit-Gesteinen. Diese Granat-Graphit-Gesteine sind sehr grobkörnig, schon makroskopisch erkennt man die Rhombendodekaëder des Granats. Da die Erze, wie immer auf Kontaktlagerstätten, den Kalksteinen folgen, so trifft man beim Bergbau im Elsjöfeld sehr oft diese merkwürdigen Gesteinsmassen. Die Grubenarbeiter bezeichnen sie mit dem Namen *Gravhåla*, der aus Graphit entstanden sein soll.

Im Dünnschliff erkennt man idiomorphen, fast isotropen Granat, der in einer Grundmasse von Graphit liegt. Als Nebengemengteile der Grundmasse finden sich Quarz, Prehnit, Albit, Orthoklas, Titanit. Der Granat wird stellenweise von Pyroxen begleitet; an solchen Stellen, wo die Granat-Graphit-Massen an Wollastonit grenzen, findet sich auch Vesuvian, das gewöhnliche Reaktionsprodukt von Grossular und Wollastonit. Meist treten die Granat-Graphit-Gesteine derart auf, daß der ganze Kalkstein durch sie verdrängt ist. Bei meinem letzten Besuch der Vorkommen im Herbst 1910 fand ich aber auf der Halde des Stollens bei Röraas Bruchstücke von Kalklinsen, die nur zum Teil in Granat-Graphit-Masse umgewandelt waren. Der Kalkstein ist durch Graphitschüppchen grau gefärbt und ist sehr grobkristallinisch, daran grenzen die pechschwarzen Granat-Graphit-Massen vollkommen scharf. Um die Granat-Graphit-Massen herum finden sich im Kalkstein verstreute gelbe Granatkrystalle.

Anfänglich war ich geneigt in diesen Granat-Graphit-Gesteinen nur einen speziellen Fall der Andraditbildung aus Kalkstein zu vermuten; es schien aber auffällig, daß Vesuvian in Verbindung mit denselben auftritt. Um zu erfahren, ob der Granat ein Tonerdegranat ist oder ein Andradit, ersuchte ich Herrn Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg, eine quantitative Analyse auszuführen. Er teilte mir folgende Resultate mit:

| | |
|--|-------|
| SiO ₂ | 33,56 |
| TiO ₂ | 0,86 |
| Al ₂ O ₃ | 13,55 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,37 |
| FeO | 2,21 |
| MnO | 0,39 |
| MgO | 0,95 |
| CaO | 27,31 |
| Na ₂ O | 0,20 |
| K ₂ O | 0,29 |
| P ₂ O ₅ | 0,12 |
| S | 0,10 |
| Glühverlust . . . | 17,99 |
| | 98,90 |
| — O = S | 0,05 |
| | 98,85 |

Eine direkte Bestimmung des Wassers ergab:

| | |
|---------------------------------|--------|
| H ₂ O unter 110° . . | 0,0 % |
| H ₂ O über 110° . . | 0,19 - |

Der Rest des Glühverlustes ist als Graphit anzusehen (von Karbonat-Kohlensäure wurde nur eine Spur gefunden), dessen Menge ist also 17,80 $\frac{0}{100}$. Die Berechnung der Analyse ergibt folgendes Gesamtergebnis:

| | | | |
|---------|---------------------|-------|---------|
| Granat | Grossular | 56,15 | } 61,41 |
| | Andradit | 4,35 | |
| | Spessartin | 0,91 | |
| Pyroxen | Hedenbergit | 6,86 | } 11,99 |
| | Diopsid | 5,13 | |
| | Orthoklas | 1,72 | |
| | Albit | 1,69 | |
| | Magnetkies | 0,25 | |
| | Apatit | 0,29 | |
| | Titanit | 2,11 | |
| | Graphit | 17,80 | |

Bei dieser Berechnung erhält man als Rest:

$$\begin{aligned} &0,09 \frac{0}{100} \text{ SiO}_2 \\ &1,25 - \text{CaO} \\ &0,19 - \text{H}_2\text{O}, \end{aligned}$$

die wohl zum Teil in den Vesuvian eingehen, wodurch die berechnete Menge des Granats entsprechend ein wenig vermindert wird.

Damit ein derartiges Grossular-Graphit-Gestein aus Kalk¹ entsteht, ist eine Zufuhr von Kieselsäure, Tonerde und Kohlenstoff aus dem Nebengestein, dem Alaunschiefer, anzunehmen. Eine ganz ähnliche Umwandlung der Kalkellipsoide im Alaunschiefer habe ich in der Kontaktzone von Gunildrud am Ekernsee beobachtet. Fast noch merkwürdiger als die Zufuhr von Tonerde und Kieselsäure erscheint die Zufuhr von Graphit. Der Kalk selbst, neben dem Granat-Graphit-Gestein, enthält bei weitem nicht so viel von kohligen Substanzen.

Weniger häufig als die Umwandlung in Granat-Graphit-Gesteine ist im Elsjöfeld die Entstehung von grobkristallinischem Wollastonit aus den Kalkellipsoiden der Alaunschiefer. Mitunter beobachtet man beide Arten der Metamorphose nebeneinander, dann grenzt das schwarze Granat-Graphit-Gestein scharf an die weiße (Graphit-freie) Wollastonitmasse. Die Zufuhr von Kieselsäure allein war also nicht mit der Bildung von Graphit verknüpft, wohl aber die Zufuhr von Tonerde und Kieselsäure.

¹ KJERULF fand in einem nicht kontaktmetamorphen Kalkellipsoid des Alaunschiefers 94 $\frac{0}{100}$ CaCO₃ (Anthrakonit fra Vækkerø, Nyt Mag. f. Naturv. 9, 1857, p. 262 u. 264).

In den umgewandelten Alaunschiefern desselben Gebiets beobachtet man mitunter radialstrahlige Kugeln von Prehnit. Diese sind wohl durch Substanztausch mit den Kalkellipsoiden entstanden (vergl. Prehnit im mineralogischen Teil dieser Arbeit).

Die Erzvorkommen im westlichen Teil des Elsjölfeldes sind deutlich an die kalkreichen Schichten der umgewandelten Alaunschiefer gebunden. Das Erz (Zinkblende, begleitet von Magnetkies) findet sich wesentlich in den Massen von grünen Kalkeisensilikaten, die vielfach als Umwandlungsprodukte des Kalks auftreten. Diese Kalkeisensilikatmassen oder Skarngesteine sind hier meist Hedenbergit, etwas weniger häufig ist Andradit. Die Blende imprägniert die grünen Silikatmassen derart, daß man denselben beim Abbau folgen kann.

Die Zufuhr von Eisen, das in den Kalkeisensilikaten gebunden ist, scheint von denselben Zufuhrkanälen ausgegangen zu sein, durch die auch die Zinkverbindungen eingewandert sind, denn die Assoziation Zinkblende-Kalkeisensilikat ist eine ganz regelmässige Erscheinung. Dagegen scheint die Entstehung der Grossular-Graphit-Gesteine ohne Verbindung mit der Erzzufuhr zu sein, wenigstens werden diese Gesteine durchaus nicht immer von Blende begleitet. Der Andraditfels und der Hedenbergitfels sind offenbar durch Zufuhr vom *Eruptiv* aus gebildet, der Grossular-Graphit-Fels dagegen durch Zufuhr vom angrenzenden *Alaunschiefer*.

Auch in anderen pneumatolytischen Kontaktzonen des Kristianiagebiets treffen wir oft Gesteinsmassen von Kalkeisensilikaten; das Grossular-Graphit-Gestein kommt auch in Kontaktzonen ohne Pneumatolyse vor (Gunildrud).

Die wichtigsten Zinkvorkommen des westlichen Elsjölfeldes sind die von Røraas und Elsjökongen, wo in recht großem Maßstabe Versuchsarbeiten unternommen werden. Der Abbau ist aber dadurch schwierig gemacht, daß zahlreiche Verwerfungen die imprägnierten Kalkhorizonte zerteilen. Es ist nicht leicht, ein und dasselbe Kalkniveau über längere Strecken im Streichen zu verfolgen. Dieselben Verwerfungsspalten dürften auch die Zufuhrkanäle der Erze gewesen sein.

Der östliche Teil des Elsjölfeldes wird von untersilurischen Schichten gebildet, die größtenteils der Etage 4 angehören. Es sind wesentlich an drei Stellen Versuchsarbeiten in Gang, dies sind: Die Grube Erdmann, die Schürfe von Grubelien und die Schürfe am Dalstjern.

Das Vorkommen von Erdmann liegt an einer steil stehenden Gangspalte, die stellenweise von einem Epidositgang erfüllt ist. An anderen Stellen ist die Spalte mit Kalkspat, Quarz, Zinkblende und Magnetit gefüllt. Längs dieser Spalte ist Kalkstein (Marmor) mit Granat, Zinkblende und

Eisenglanz imprägniert worden. Der Eisenglanz ist später zu Magnetit pseudomorphosiert worden.

In Grubelien sind wesentlich einige fußdicke Kalkbänke der Etage 4 mit Granat, Eisenglanz und Zinkblende erfüllt worden. Es handelt sich wohl um einen der Chasmopskalke.

Auch bei Dalstjern sind nur die Kalkschichten mit Erzen erfüllt worden. Das Vorkommen liegt nur an der unmittelbaren Grenze gegen den Nordmarkit. Hier kommt außer Zinkblende sehr viel Magnetkies vor, mehrere Schürfe zeigen eine derartige Anordnung der Erze, daß man zunächst dem Nordmarkit Zinkblende im Kalk findet, weiter vom Eruptiv entfernt dagegen wesentlich Magnetkies. Der Kalk von Dalstjern ist mit Silikaten erfüllt, neben Granat findet man Wollastonit und Vesuvian.

Das Knephaugfeld (nördlich vom Knephaug Sæter).

Etwa 500 m. nördlich vom Elsjölfeld liegt eine weitere Sedimentscholle, die allseitig vom Nordmarkit umgeben ist. Auf der geologischen Rektangelkarte fehlt auch diese Scholle, ihre Länge beträgt mindestens 2 km. Sie besteht nur aus Kontaktprodukten der Alaunschiefer. Die Kalkellipsoide und Kalkschichten sind stellenweise mit Zinkblende imprägniert. Der Kalk ist metasomatisch zu Hedenbergitfels umgewandelt worden. Die Hedenbergitskarne sind hier sehr dunkel gefärbt, sodaß ich die Gegenwart von viel Graphit für wahrscheinlich hielt, die dunkle Färbung rührt aber von fein verteiltem Magnetkies her, der sich mit Säuren entfernen läßt. Oft enthalten die umgewandelten Kalksteine des Elsjölfeldes ziemlich viel Molybdänglanz in kleinen weißen Blättchen.

Sowohl die Sedimentscholle des Knephaugfeldes als die des Elsjölfeldes werden von zahlreichen Apophysen des Nordmarkits durchsetzt. Im Elsjölfeld beobachtet man mitunter, daß die letzten Ausläufer der Apophysen in Epidosite übergehen.

Toftner Sæter am Südende von Hurdalssjøen.

Südwestlich von Hurdalssjøen grenzen cambrische und untersilurische Sedimente an den Nordmarkit. Die Kontaktmetamorphose ist die gewöhnliche. Stellenweise findet sich auch pneumatolytische Metamorphose, es ist auf Zinkblende, Bleiglanz und Magnetkies geschürft worden (die Vorkommen werden bei J. H. L. VOGT »Om dannelse av jernmalmforekomster«, p. 73 erwähnt).

Ich habe einige der Schürfe besucht, das Erz liegt, wie so oft, im Granat-führenden Kalkstein.

Die Kontaktlagerstätten der Gegend von Grua¹.

Zu beiden Seiten der Bahnstation Grua in Hadeland liegen an der Grenze nordmarkitischer Tiefengesteine Kontaktlagerstätten sulfidischer Erze. In den letzten Jahren hat man stellenweise in großem Maßstab Zinkblende gewonnen. Im folgenden werde ich einen kurzen Ueberblick über die Geologie der Gegend geben².

Die Grenze der Tiefengesteine von Nordmarken verläuft westlich von Grua über eine große Strecke in genau west-östlicher Richtung, etwas östlich von Grua biegt die Grenze unter rechtem Winkel nach Norden um; sie verläuft in derselben Richtung bis Valbykampen bei Jaren. Unter den Eruptivmassen nehmen basische Nordmarkite, Pulaskite, das größte Gebiet ein. Westlich von Grua liegt ein kleines Gebiet saurer Quarznordmarkite. Auch die Pulaskite zeigen an der Grenze lokal quarzreiche Facies.

Bei Grua grenzen die Nordmarkite an mittelsilurische Sedimente; auf der geologischen Rektangelkarte (Blatt Hönefoss) ist der untere Teil des Obersilurs angegeben. Die wichtigste Rolle bei den Erzlagerstätten spielt ein mächtiger grobbankiger Kalkstein, der sehr arm an erhaltenen Fossilien ist. Auf der Lagerstätte von Mutta fand man darin einen großen flachen Gastropoden. Wie mir Herr Professor KLIER freundlichst mitteilte, gehört der Kalkstein wahrscheinlich zur silurischen Etage 5, es ist der Gastropodenkalk. Damit stimmt es überein, daß er in einer mächtigen Schichtenfolge von Sandsteinen eingelagert ist.

Nördlich von der scharfen Biegung der Eruptivgrenze finden wir neben dem Nordmarkit untersilurische und cambrische Schichten, hier ist die Etage 3 c γ , der Orthocerenkalk, als erzführendes Niveau von Bedeutung.

Die Kontaktmetamorphose ist eine sehr starke, die Alaunschiefer des Cambriums sind zu Andalusit-Hornfelsen umgewandelt, die Schiefer der Etage 4 ergaben biotitreiche Hornfelse, während die sandigen Sedimente der Etagen 5 und 6 zu verschiedenen Sandstein-Hornfelsen wurden.

Die kalkreichen Sedimente, der Orthocerenkalk und der Gastropodenkalk, sind vielfach zu Marmor geworden. Bei den Kontakterzlagerstätten treffen wir aber eine ganz andere Metamorphose des Kalksteins, er ist hier in Kalkeisensilikate umgewandelt.

¹ Ich hoffe später eine detaillierte geologische Karte dieser Kontaktzone liefern zu können.

² Eine kurze geologische Beschreibung des Gebiets ist schon von KJERULF gegeben worden (Polyteknisk Tidsskrift, 9, 1862, p. 36). KJERULF war bereits darauf aufmerksam, daß die Erze bei Grua vorzugsweise in Kalkschichten nahe der Eruptivgrenze vorkommen.

Aus dem Kalk entstanden hier meist Andraditfelse, stellenweise auch Hedenbergitfelse, von ganz bedeutender Masse. Diese Erscheinungen sind im mineralogischen Teil unter Andradit und Hedenbergit beschrieben. Bei der metasomatischen Umwandlung der Kalksteine wurden auch die sulfidischen Erze zugeführt.

Folgende Erzlagerstätten¹ liegen in der Kontaktzone von Grua: Skjærpemyr (Zinkblende, Bleiglanz), Mutta (Zinkblende, Bleiglanz), Grua (Magnetit), Nysæter (Zinkblende), Typografhjemmet (Zinkblende).

Skjærpemyr.

Das Vorkommen wurde schon im Anfang des siebzehnten Jahrhunderts auf silberhaltigen Bleiglanz abgebaut, in den letzten Jahren nahm man die

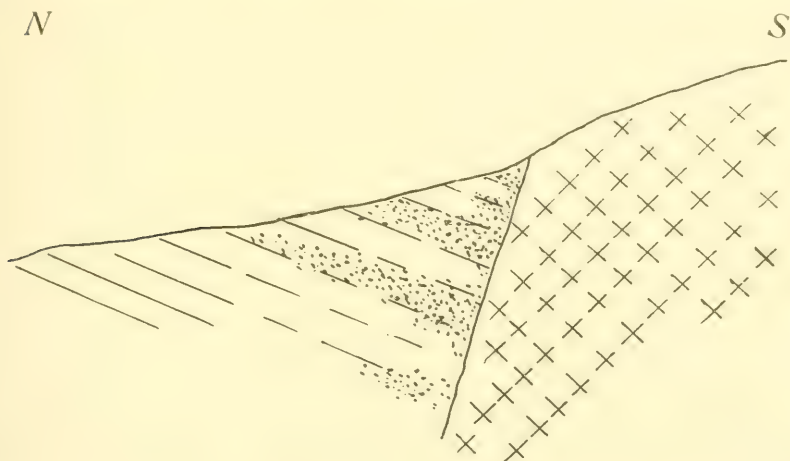


Fig. 8.

Profil durch die Kontaktlagerstätte von Skjærpemyr. Der Kalk ist an der Grenze gegen Nordmarkit mit Erzen imprägniert.

Grube der Zinkblende halber wieder in Betrieb, die Arbeiten sind aber eingestellt worden.

Die geologischen Verhältnisse sind auf einem schematischen Profil (ca. 1:500) dargestellt, Fig. 8. Längs einer großen Gangmasse von Nordmarkit (quarzfrei) ist der Kalk mit Zinkblende und Bleiglanz imprägniert worden. Die Erze finden sich in mehreren Imprägnationszonen übereinander. Mit zunehmender Entfernung vom Gang keilen die Erzmassen aus.

¹ Die Gruben habe ich in Begleitung von Herrn Bergingenieur TORGENSEN besucht, dem ich für viele Angaben zu Dank verpflichtet bin.

Als ständiger Begleiter des Erzes tritt Granat auf; ein schön schwefelgelber Granatfels erwies sich als Andradit. Daneben findet man reichlich Pyroxen (Salit); der Pyroxen ist teilweise uralitisiert.

Der Nordmarkitgang ist unzweifelhaft eine Apophyse des pulaskitischen Nordmarkits, der wenige 100 Meter weiter südlich ansteht. Der Gang repräsentiert eine Verwerfung; denn südlich vom Gange fehlt die Fortsetzung des Kalks, statt dessen findet man Schieferhornfelse.

Die Lagerstätte von Skjærpemyr ist nach der Erzzufuhr offenbar nochmals metamorphosiert worden. Die Erzlager sind nämlich von Quarzgängen durchsetzt, die auf Kosten der braunen Zinkblende Kieselzinkerz

S

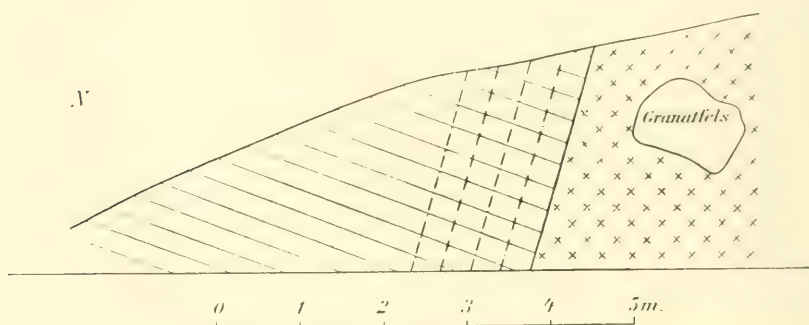


Fig. 9.

Kleiner Tagebau, östlich von Skjærpemyr. Längs der Grenze gegen das Eruptiv ist der umgewandelte Kalk von steilstehenden Verwerfungsspalten durchsetzt und mit Erzen imprägniert. Im Eruptivgestein ist eine Scholle von Granatfels eingeschlossen.

gebildet haben. Ausser Kieselzinkerz ist im Quarz noch Lievrit (siehe diesen) eingewachsen. Diese zweite Metamorphose möchte ich mit dem Aufdringen der jüngeren Quarznordmarkite bei Grua in Verbindung bringen.

Daß die erste Kontaktmetamorphose mit ihren metasomatischen Umlagerungen schon durch den Pulaskit bewirkt wurde, erkennt man sehr schön in einem kleinen Tagebau östlich vom Hauptvorkommen. Hier sind große Schollen von Granatfels im Pulaskit eingeschlossen (siehe Fig. 9).

Westlich von Skjærpemyr liegen in demselben Kalkzug ein paar ganz unbedeutende Schürfe auf Kupfer, Blei und Zink.

Mutta.

Auch hier finden sich die Erze, Bleiglanz und Zinkblende, im Kalkstein der Etage 5. Die Granatbildung ist hier mehr untergeordnet. Die Erzimprägnationen finden sich längs einem Spaltengang von Nordmarkit. Die Vorkommen sind zur Zeit ausser Betrieb.

An dem Westufer des kleinen Teiches Muttatjern liegt ein Schurf an der horizontalen Oberfläche einer kleinen Nordmarkitkuppe, wahrscheinlich hat man hier die Oberseite einer Injektionsmasse. Das grobkörnige Nordmarkitgestein ist reich an Quarz.

An der Grenze von Nordmarkit und Kalk liegt eine plattenförmige Masse von Bleiglanz und dunklem Pyroxen.

Die Eisengruben von Grua.

Zwischen den Gruben von Mutta und den Kalkbrüchen östlich von Grua sieht man vielerorts, wie der Kalk in grobkörnige Massen von Andradit umgewandelt ist (siehe Fig. 10). In der Andraditskarnmasse

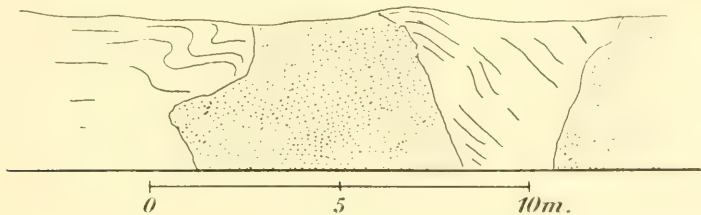


Fig. 10.

Stockförmige Andraditmassen im Kalk an der Ostseite der Eisenbahnlinie (gleich südlich von Grua).

liegen mehrere alte Magnetitgruben, die längst nicht mehr getrieben werden.

Ueber die Andraditmassen, die stellenweise von Skapolithgängen durchsetzt werden, ist im mineralogischen Teil berichtet.

Etwas südlich von diesem Andraditzug ist bei Grua Tunnel eine Kalkscholle in den Pulaskit eingesunken und sehr stark metamorphosiert worden (vergl. Uralit im mineralogischen Teil). Eine Fortsetzung der eingesunkenen Scholle findet man an der Ostseite der Landstraße südlich von Grua. Außer der Kalkscholle sind auch Schollen von Schieferhornfels in den Pulaskit eingesunken, man findet solche am Südeingang von Grua Tunnel, sowie an der Landstraße südlich von Grua.

Gänge von nordmarkitischen Gesteinen sind oft ganz mit Andraditbruchstücken erfüllt.

Auch in dieser Gegend liegen einige Schürfe auf Zinkblende.

Gleich östlich von Grua Tunnel beginnen die Quarznordmarkite.

Nysæter.

Hier liegt die bedeutendste der Zinklagerstätten von Grua, überhaupt eine der größten Zinklagerstätten im Kristianiagebiet.

Die Erze finden sich in einem etwa 80 Meter mächtigen und 300 Meter langen Kalkzug, der steil (meist ca. 70°) nach Süden einfällt. Unter dem Kalk, der wohl der Etage 5 angehört, liegen Sandsteinhornfelse.

Die Kontaktmetamorphose ist eine exzeptionell starke. Der Kalk ist in großer Ausdehnung zu Hedenbergitfels, respektive zu Epidot-Albit-Hedenbergit-Fels umgewandelt, der mit brauner Zinkblende imprägniert ist. Die Zinkblende ist dem Kalk in Streifen parallel der Schichtung eingelagert, die außerdem Magnetkies, Schwefelkies, Magnetit, Eisenglanz und Flußspat führen. Bleiglanz und Kupfererze kommen nur ganz untergeordnet vor.

Inmitten der stark metasomatisch umgewandelten Kalksteine trifft man stellenweise relativ unveränderten Marmor, der mit Dipyr und andern Silikaten durchspickt ist.

Die Zinkblendestreifen ordnen sich in etwa 5 Imprägnationszonen an, die parallel dem Streichen verlaufen, sie werden als A-Lager, B-Lager u. s. w. bezeichnet. Außer unter Tage wird das Erz auch in großen Tagebrüchen gewonnen.

Die Erzimprägnation hat vom Quarznordmarkit her stattgefunden, der im Süden, Osten und Westen an den Kalk grenzt. Besonders an der Südseite der Lagerstätte ist die Grenze sehr schön aufgeschlossen.

Von dem feinkörnigen Quarznordmarkit gehen mehrere Meter breite Apophysen in den Kalkstein, die in ihrem weiteren Verlauf zu Gängen von Sphärolithfels werden und zum Teil in mächtige Skapolithgänge übergehen. Die Skapolithgänge sind im mineralogischen Teil beschrieben.

Andere Apophysen setzen als Sphärolithfels durch die ganze Breite des Kalkfeldes und durchsetzen ältere intrusive Diabase, die teilweise skapolithisiert sind (siehe Skapolith). Wieder andere Gänge gehen in Epidot-Albit-Gänge über, die nicht nur selbst Flußspat führen, sondern auch im Nebengestein von Flußspat begleitet werden. Auch die Sphärolithfelse sind stellenweise reich an Fluorit, an anderen Stellen enthalten sie Skapolith auf Drusenräumen. Ein weiterer Typus von Gängen findet sich im C-Lager, es ist eine etwa 50 Meter lange, mehrere Meter breite intrusive Quarzmasse, die zwischen die steil stehenden Kalksilikatmassen injiziert ist. Die Quarzmasse führt an mehreren Stellen reichlich die gewöhnliche dunkle Blende dieser Lagerstätte. Der östlichste Teil der Quarzmasse enthält viel Feldspat, Eisenglanz, sowie Granateinschlüsse und geht weiter nach Osten in einen Quarznordmarkit über, der ungemein reich an Granateinschlüssen ist.

Der normale Quarznordmarkit der Grenze führt fast immer Muskovit, auch ein Zeichen pneumatolytischer Vorgänge.

Im ganzen bildet das Vorkommen von Nysæter ein außerordentlich interessantes Bild mit all den verschiedenen pneumatolytischen Gängen, welche den umgewandelten Kalkstein kreuz und quer durchsetzen.

Von keiner andern Lagerstätte kenne ich eine so deutliche Verknüpfung zwischen dem Haupteruptiv, den pneumatolytischen Gängen und den Erzen.

Das Vorkommen wird jetzt in sehr großem Maßstab abgebaut und das Erz wird bei Grua nach dem Elmore-Verfahren und einem modifizierten Delprat-Verfahren angereichert.

Gegenüber den meisten anderen Zinkvorkommen des Kristianiagebiets hat Nysæter eine sehr grosse gesamte Erzmenge. Außerdem ist die Menge des Flußspats recht niedrig (Chlorpneumatolyse).

Südlich von dem Nysæter-Vorkommen liegt ein alter Schurf in einer isolierten Kalkscholle im Eruptiv. Hier findet man wesentlich Magnetkies und Schwefelkies.

Typografhjemmet.

Bei Typografhjemmet (Haakenstad Sæter), 4—5 km. nordöstlich von Grua, liegt ein kleines Zinkvorkommen. Die Blende findet sich im Orthocerenkalk, der metasomatisch teils zu Andraditfels, teils zu Andradit-Hedenbergit-Fels umgewandelt ist. Das Vorkommen liegt nur wenige Meter von der Grenze des Nordmarkits.

Am Wege zum Vorkommen stehen kontaktmetamorphe Alaunschiefer mit intrusiven Gängen des Essexitganggefolges. Die Intrusivgänge sind durch den jüngeren Nordmarkit natürlich auch metamorphosiert worden.

Auch weiter nördlich an derselben Grenzlinie des Nordmarkits kommt stellenweise Zinkblende vor. Ich erhielt von einem Vorkommen zwischen Valbykampen und Typografhjemmet Stücke eines grünen Andraditfelses mit dunkler Blende. Oestlich von Gran kommt an der Nordmarkitgrenze Eisenglanz in ganz geringer Menge vor, er bildet Spaltenfüllungen im Nordmarkit unmittelbar an der Grenze.

Von weiteren Produkten der Kontaktmetamorphose aus dieser Gegend mag ein Marmorvorkommen westlich von dem See Mylla erwähnt werden. Nach KLER (»Das Obersilur im Kristianiagebiet«, p. 387) ist hier der Kalk mit *Pentamerus borealis*, Etage 7 a, an der Nordmarkitgrenze in schönen Marmor umgewandelt; ich selbst habe das Vorkommen nicht besucht.

Das Beryllvorkommen bei Minne am Mjøsen.

Der Fundort des Smaragds bei Minne¹ ist in der Literatur mehrfach erwähnt worden (KJERULF, »Utsigt over det sydlige Norges geologi«, p. 185, VOGT, *Nyt Mag. f. Nat.* 28, 1884, p. 227, BEYSCHLAG, KRUSCH und VOGT, *Lagerstätten I*, p. 446). Die einzige eingehende Beschreibung verdanken wir VOGT (l. c. 1).

Ich selbst habe das Vorkommen auch besucht; da es einen merkwürdigen Typus der Pneumatolyse repräsentiert, möchte ich es hier kurz beschreiben, trotzdem es nicht zu den eigentlichen Kontaktvorkommen gehört. Die Smaragden finden sich in einem pegmatitischen Gang, wohl einem Nordmarkitpegmatit, der als ein Ausläufer der nahen Tiefengesteinsmassen aufzufassen ist. Der Pegmatitgang bildet eine flach liegende Intrusivmasse in Alaunschiefern, die schon mit Bänken von älteren Mænait-intrusionen erfüllt sind.

Der Pegmatitgang ist durch umfassende Schürfarbeiten über eine Strecke von schätzungsweise 200 m. freigelegt worden, er bildet aber nicht immer eine zusammenhängende Gangmasse, sondern zerteilt sich streckenweise in kleine Linsen. Oft beobachtet man, wie er sich in ein System von etwa handgrossen Linsen und dünnen Adern auflöst. Die Linsen scheinen unter großem Druck in den Schiefer eingepresst zu sein, da sich die Schieferschichten bauchig um die kleinen Pegmatitlinsen wölben.

Der Gang führt in seiner ganzen Ausdehnung Beryll, meist von blaß-grüner Farbe, der edle Smaragd scheint wesentlich im nördlichsten Teil der Pegmatitmasse gefunden zu sein. Es ist dieser nördlichste Teil des Ganges, der in den älteren Beschreibungen allein erwähnt wird. Selbst die kleinen Linsen und Adern enthalten Beryll, der meistens von einer reichlichen Flußspatmenge begleitet wird, derart, daß die Beryllkrystalle oft ganz in Flußspat eingebettet sind.

Topas kommt auf demselben Gange vor, VOGT (l. c. 2) möchte deshalb das Vorkommen mit den Zinnsteingängen parallelisieren.

Die Anreicherung des Berylls scheint nichts mit metasomatischen Prozessen zu tun zu haben, die Pegmatitadern im Mænait sind ebenso reich an Beryll, wie die im umgewandelten Sediment.

Sowohl der Mænait, wie der Alaunschiefer zeigen eine deutliche, wenn auch keineswegs besonders starke, Kontaktmetamorphose.

Das Vorkommen wurde eine Zeit lang systematisch auf Smaragd abgebaut, die Unkosten überstiegen jedoch den Gewinn.

¹ Der Smaragdfundort liegt an der Westseite des Mjøsen, ganz nahe dem Südende dieses Sees, gleich nördlich vom Hofe Byrud. Der Gang liegt unmittelbar am Ufer.

Das Vesuvianvorkommen auf dem Hamrefjeld am Ekern.

Das Vesuvianvorkommen von Hamrefjeld ist schon seit langer Zeit bekannt¹. Fast in allen Sammlungen findet man prachtvolle Stufen von diesem Fundort, und der Vesuvian von dort ist mehrfach Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen. Bis jetzt ist aber niemals eine genauere Beschreibung des Vorkommens veröffentlicht worden. Der Vesuvian findet sich als Kontaktprodukt in einer hochgradig metamorphen Scholle von Obersilur, die allseitig von Natrongranit umgeben ist. Man erreicht den Fundort am bequemsten, wenn man von der Bahnstation Vestfossen der Landstraße längs der Nordostseite des Sees Ekern folgt. Man trifft hier über dem Grundgebirge zunächst cambrische Alaunschiefer und

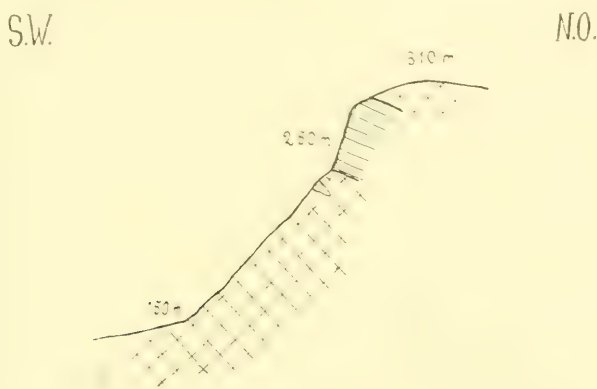


Fig. 11. Profil von Hamrefjeld.

darüber liegende Schichten des Untersilurs, die gegen Süden eine immer stärkere Kontaktmetamorphose zeigen. Nahe dem Hofe Hamre erreicht man die gewaltige Intrusivmasse des Natrongranits, der hier überall voll von kleinen isolierten Silurschollen ist. Im Osten des Hofes Hamre erhebt sich die 300 Meter hohe Kuppe des Hamrefjeld, die größtenteils aus Natrongranit besteht, nur die oberste Partie unter dem Gipfel besteht aus der Vesuvian-führenden Silurscholle. Einzelne kleinere Silurschollen finden sich hier und da auch in den tieferen Teilen des Natrongranits, besonders aber in der Umgebung der grossen Scholle.

Es handelt sich um die unteren Schichten des Obersilurs, die auf den Höhen nördlich von Hamrefjeld noch jetzt im Lakkolithendach erhalten sind. Die Silurscholle von Hamrefjeld repräsentiert ein eingesunkenes Bruchstück dieses Daches, das durch die allseitige Umgebung mit Granit außer-

¹ Siehe p. 5. BRÖGGER hat das Vorkommen ebenfalls kurz beschrieben (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 23, 1876, p. 69).

ordentlich stark kontaktmetamorphosiert ist. Die Silurscholle zeigt bei einer Dicke von etwa 30—50 Metern eine Länge von etwa 200 m. Sie besteht teils aus grobkristallinen Kalksteinen, teils aus Mergelhornfelsen vom Typus des Sphenoklas, letzteren sind in der Mitte der Scholle die bekannten Vesuvianschichten eingelagert, und zwar finden sich die besten Krystalle an der Grenze zwischen abwechselnden Mergelschichten und reinen Marmorschichten. Die schönsten, oft zollgrossen, Krystalle findet man auf angewitterten Blöcken im Geröll unter der steilen Silurwand. Zusammen mit dem Vesuvian findet sich reichlich hellbrauner Kalkton-Granat und in geringer Menge Skapolith (siehe diesen), in ganz geringer Quantität kommt Fluorit vor, sehr selten sind gute Krystalle von Diopsid. Die Silurscholle ist von einem Diabasgang durchsetzt. Es mag bemerkt werden, daß der Natrongranit keine granophyrische Grenzfacies gegen das Silur zeigt, sondern, wie so oft bei isolierten Schollen, mit normaler grober Tiefengesteinsstruktur an die Grenze herantritt. Die Silurscholle ist am Gipfel wieder von Natrongranit überlagert.

An mehreren Stellen ist hier auf Zinkblende geschürft worden und zwar besonders in ganz winzigen Silurbruchstücken. Am schönsten sieht man dies an dem Nordwestende der großen Scholle. Hier ist der Natrongranit mit etwa metergroßen oder kleineren Silurbruchstücken gespickt, die zum Teil reichlich mit Erzen imprägniert sind. In der fast senkrechten Granitwand sind zwei Schürfe angelegt worden. Die Erze sind: schwarze Zinkblende, Magnetkies, Schwefelkies und Kupferkies. Zusammen mit diesem findet sich ein wenig blauer Flußspat sowie massenhaft brauner Granat. Diese Silurbruchstücke entstammen jedenfalls der großen Scholle, deren Grenze sie umsäumen.

Auch gleich unter der Hauptscholle findet man im Natrongranit einzelne Bruchstücke von erzführendem Kalk mit Zinkblende, Eisenglanz und Flußspat. Nahe dem Gipfel von Hamrefjeld liegen ebenfalls einige kleine Schürfe auf Zinkblende.

Die kleinen Erzanreicherungen zeugen von pneumatolytischen Einwirkungen. Die intensive Kontaktumwandlung der großen Silurscholle dürfte jedenfalls durch die pneumatolytischen Prozesse sehr gefördert worden sein. Auf Fig. 11 habe ich ein Profil des Vorkommens von SW. nach NO. gegeben, die Höhen sind mit dem Barometer gemessen.

Die kleinen, im Natrongranit eingeschlossenen Schollen bestehen zum Teil aus dunklem Hornfels (Plagioklas-Diopsid-Hornfels der Klasse 7 mit viel Biotit). Der hohe Albitgehalt der Plagioklase deutet auf eine Natronzufuhr zum Hornfels (vergl. die Hornfelsschollen im Nordmarkit vom Aarvoldaas).

Die Kontaktzone von Gunildrud am Ekern.

Diese berühmte Kontaktzone ist besonders von BRÖGGER (Die silurischen Etagen 2 und 3) untersucht worden. BRÖGGER studierte die besondere Umwandlung jeder einzelnen Schicht, wobei die oft ausgezeichnet erhaltenen Fossilien eine genaue Parallelisierung mit den ursprünglichen Sedimenten ermöglichten. Ich selbst habe nichts Neues zu seiner ausführlichen Beschreibung hinzuzufügen, ausgenommen einige Beobachtungen über die umgewandelten Stinkkalkellipsoide im Alaunschiefer.

Als ich die umgewandelten Alaunschiefer an Material des mineralogischen Instituts studierte, machte mich Herr Prof. BRÖGGER darauf aufmerksam, daß die von ihm beschriebenen Plagioklashornfelse von Gunildrud (l. c.), die er früher für umgewandelte Kalkellipsoide hielt, vielleicht gar nicht umgewandelte Sedimente seien, sondern umgewandelte Intrusivgesteine vom Gangfolge des Essexits. Derartige linsenförmige Intrusionen hatte er selbst an mehreren Lokalitäten beobachtet; in kontaktmetamorphem Zustand erhalten sie eben denselben Mineralbestand, wie die scheinbaren Kalkellipsoide von Gunildrud.

Meine Untersuchungen haben diese Annahme vollkommen bestätigt, die *violetten Plagioklashornfelse von Gunildrud sind kontaktmetamorphe Intrusivgesteine*. Dieselben sind älter als der Natrongranit und gehören nach aller Wahrscheinlichkeit zum Gangfolge des Essexits. Die wirklichen Kontaktprodukte der Kalkellipsoide sind grobkörnige Granat-Graphit-Gesteine, die weiter unten beschrieben werden.

Die umgewandelten Intrusivgänge von Gunildrud.

Das Vorkommen ist schon von BRÖGGER (l. c., p. 346) ausführlich beschrieben worden; auf Fig. 12 gebe ich eine Skizze eines Hornfells-ellipsoids in dem prachtvollen Profil am Ufer nördlich von Gunildrud. Das große Ellipsoid ist etwa meterlang, in demselben Niveau liegen weiter unten zwei kleinere. Die Stelle liegt zwischen »Utraset« und der Granitgrenze, es sind dieselben Ellipsoide, die BRÖGGER selbst beschrieben hat. Das hellviolette Gestein ist schon makroskopisch deutlich körnig. Ich untersuchte Dünnschliffe von meinem eigenen Material und von BRÖGGERs Originalstücken, die sich als vollständig identisch erwiesen.

Mineralbestand und Struktur stimmen ganz mit BRÖGGERs Beschreibung überein, der Hauptbestandteil sind lange Plagioklasleisten, daneben finden sich hellgrüner Amphibol, ein hellbrauner, schwach pleochroitischer Glimmer mit ziemlich kleinem negativen Achsenwinkel, roter Titanit und opake Sub-

stanzen. Letztere bestehen nach KJERULFS Analyse (bei BRÖGGER l. c., p. 365) größtenteils aus Graphit und Magnetkies.



Fig. 12.

Umgewandelter Intrusivgang im Alaunschiefer von Gunildrud.
(Als Maßstab ist ein Hammer daneben gezeichnet.)

Der Plagioklas ist ganz ausgezeichnet zonar gebaut, die regelmässige Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetz macht die Bestimmung des Anorthitgehalts leicht. Ich untersuchte zwei Schnitte senkrecht auf M und P und fand:

Auslöschungswinkel $\alpha' : M$:

| | | | |
|---|---------|-------|-------------------------------------|
| { | Kern | + 15° | 30 ⁰ / ₁₀ An. |
| | Hülle 1 | + 26° | 45 |
| | Hülle 2 | + 18° | 32 |
| | Hülle 3 | + 1° | 21 |
| { | Kern | + 27° | 49 ⁰ / ₁₀ An. |
| | Hülle 1 | + 35° | 63 |
| | Hülle 2 | + 27° | 49 |

Die Struktur erinnert absolut nicht an normale Kontaktgesteine, ist dagegen identisch mit der von umgewandelten Eruptivgesteinen. Einen so komplizierten Zonenbau der Plagioklase mit Rekurrenzen habe ich auch niemals in kontaktmetamorphen Sedimenten beobachtet.

Auch BRÖGGER (l. c.) war auf die ungewöhnliche Struktur dieser Kontaktgesteine aufmerksam, glaubte aber dennoch, daß man sie als umgewandelte Kalkellipsoide auffassen müßte, weil im ganzen Profil kein anderes Aequivalent der Kalkellipsoide nachweisbar war. Seitdem ich im Sommer 1910 die wirklichen umgewandelten Kalkeinlagerungen gefunden habe, ist dieses Argument hinfällig geworden. Wir dürfen also die Plagioklashornfelse im Alaunschiefer von Gunildrud als umgewandelte Eruptivgesteine betrachten.

In genetischer Beziehung ist besonders der Gehalt dieser Gesteine an Magnetkies und Graphit von Interesse. Um denselben zu verstehen, müssen wir uns die Lagerungsverhältnisse während der Kontaktmetamorphose vergegenwärtigen. Das Intrusivgestein besaß gewiß keinen besonders

hohen Schwefelgehalt, ebensowenig ist die ursprüngliche Gegenwart von Graphit wahrscheinlich, da wir ihn nie in nicht metamorphen Eruptiven des Kristianiagebiets antreffen. Dagegen enthielt der umgebende Alaunschiefer vor der Kontaktmetamorphose reichliche Mengen von Schwefelkies und von bituminösen Substanzen. Bei der Kontaktmetamorphose ist im Alaunschiefer Magnetkies und Graphit gebildet worden. Es erscheint mir sehr wahrscheinlich, daß ein Teil des Schwefels, der aus dem Pyrit frei wurde, in Form von Schwefelkohlenstoff gebunden wurde. Schwefel und glühende Kohle geben bekanntlich dieses Reaktionsprodukt. Der Schwefelkohlenstoff mag nun mit den oxydischen Eisenerzen des Intrusivgangs reagiert haben, wobei Magnetkies und Kohlenoxyde entstanden. Aus letzteren kann sich der Graphit im Eruptivgesteins abgeschieden haben.

Auf derartige Prozesse ist vielleicht auch die Bildung von Graphitschiefer zurückzuführen, von dem BRÖGGER dünne Schichten in demselben Profil beobachtet hat (l. c., p. 346).

Ähnliche metamorphe Eruptivgänge, wie der oben beschriebene, finden sich auch in den umgewandelten Alaunschiefern des Elsjöfeldes in Hakedal; dort kenne ich sie aber nur aus Bohrkernen.

Die umgewandelten Kalkellipsoide im Alaunschiefer von Gunildrud.

Die Kalkellipsoide in den Alaunschiefern des Kristianiagebiets bestehen bekanntlich aus reinem krystallinischen Kalk, der durch bituminöse Substanzen dunkel gefärbt ist (Stinkkalk). Bei schwacher Kontaktmetamorphose beobachtet man wesentlich eine Zunahme der Korngröße im Kalk; solche schwach metamorphe Kalkellipsoide im Alaunschiefer finden sich z. B. an dem Gunildrud gegenüberliegenden Ufer des Ekernsees, nordwestlich von Hamre.

Im Profil von Gunildrud bilden die ehemaligen Kalkeinlagerungen grobkörnige Massen von Granat, Magnetkies und Graphit. Solche Gesteine liegen in Menge auf dem Weg am Ufer, anstehend finden sie sich gleich südöstlich von dem abgebildeten Intrusivgang. Diese Granat-Graphit-Gesteine sind ein vollständiges Analogon zu den Granat-Graphit-Gesteinen im Alaunschiefer von Hakedal. Schon makroskopisch erkennt man mehrere Millimeter große pechschwarze Rhombendodekaëder von Granat als Hauptbestandteil des Gesteins. Die Granat-Graphit-Massen sind den umgewandelten Alaunschiefern konkordant eingelagert; die größte Linse, die ich sah, war etwa meterlang, bei einer Dicke von 5 cm.

Im Dünnschliff erkennt man idiomorphen farblosen Granat (die schwarze Farbe rührt von Einschlüssen her) in einer Grundmasse von Quarz, Prehnit

und ein wenig Plagioklas. Die Grundmasse ist voll von opaken Körnern (Graphit und Magnetkies) und enthält auch kleine Krystalle von rotem Titanit. Der Prehnit ist leicht an seiner starken positiven Doppelbrechung und an der optischen Orientierung gegenüber der Spaltungsrichtung zu erkennen. Der Granat zeigt nur äußerst schwache anomale Doppelbrechung, die Graphiteinschlüsse des Granats lassen in ihrer Anordnung oft eine ursprüngliche Schichtung des Gesteins erkennen.

Daß diese Kalksilikatgesteine die umgewandelten Kalkellipsoide darstellen, erscheint unzweifelhaft.

Zur Bildung von Grossular und Prehnit muß aber Tonerde und Kieselsäure zugeführt worden sein. Daß eine solche Zufuhr von dem mindestens 50 Meter entfernten Natrongranit stattgefunden hat, erscheint mir sehr unwahrscheinlich. Man muß dagegen bedenken, daß der Alaunschiefer, der die Kalkellipsoide umhüllt, selbst etwa 63 % Kieselsäure und 20 % Tonerde enthält. Ein Stoffaustausch zwischen den Kalkellipsoiden und dem Alaunschiefer würde die Entstehung der Granatgesteine erklären können.

Eine mikroskopische Untersuchung der angrenzenden Alaunschieferhornfelse zeigte, daß wirklich ein Stoffaustausch stattgefunden hat, der Alaunschiefer enthält an der Grenze gegen die Kalksilikatgesteine massenhaft Prehnit.

Ob und wie Magnetkies und Graphit den Kalkellipsoiden zugeführt wurden, wage ich nicht zu entscheiden.

Die normalen Kontaktprodukte der Tonschiefer von Gunildrud sind im petrographischen Teil dieser Arbeit beschrieben; es sei an dieser Stelle nur darauf aufmerksam gemacht, daß diese Kontaktgesteine reichlich Cordierit enthalten.

A. PENCK hat einige Kontaktgesteine von Gunildrud beschrieben, darunter einen Hornfels der silurischen Etage 4, den er als Eisenglanzschiefer charakterisiert (Nyt Mag. f. Naturv. 24, 1878, p. 65). Der Eisenglanz soll dünne Häute zwischen den übrigen Gemengteilen bilden. Ob das Mineral wirklich Eisenglanz ist, geht aus der Beschreibung keineswegs mit Sicherheit hervor (nach BRÖGGER, »Die silurischen Etagen 2 u. 3«, und H. O. LANG, Nyt Mag. f. Naturv. 30, 1886, p. 311, ist der vermeintliche Eisenglanz Biotit).

H. O. LANG (l. c.) hat Hornfelse von Gunildrud mikroskopisch untersucht und von P. JANNASCH analysieren lassen. Von besonderem Interesse ist die Analyse des isolierten Hornfelsbiotits. Der betreffende Biotit-reiche Hornfels gehört vielleicht zur Klasse 3, das »fast farblose blättrige Mineral« dürfte wohl umgewandelter Cordierit sein. Eine exakte Berechnung der

Analyse lässt sich leider nicht durchführen, weil die Angaben über den Mineralbestand zu unvollständig sind.

Der von JANNASCH analysierte Kalkhornfels von Gunildrud gehört der Hornfelsklasse 7 an, der Pyroxen soll teilweise durch Amphibol ersetzt sein (?).

Das Zinkvorkommen von Rien in Sande.

Der mittlere Teil der geologischen Rektangelkarte Moss (Neue Ausgabe, herausgegeben von Norges geol. Undersøkelse 1909) wird von einem großen Granitlakkolithen eingenommen. Der Durchmesser der Granitmasse beträgt etwa 20 Kilometer, im Norden ist sie sowohl mit dem Granit des Konnerudgebiets, wie mit dem des Liertals verbunden. Im Osten grenzt die Granitmasse gegen das Grundgebirge, im Süden an Untersilur, im Westen sind längs der Grenze obersilurische und devonische Schichten erhalten. Das Obersilur folgt der Grenze zwischen der Kirche von Skoger im Norden und dem Sandesognsfjord im Süden. Nördlich von Skoger beginnen dann die Kontaktzonen von Konnerud, im Süden kommt man zu dem Kontaktgebiet von Holmestrand. Das Obersilur in Sande und Skoger bildet kein völlig zusammenhängendes Gebiet, es sind einzelne Schollen von Ludlowkalk, die teilweise ganz im Granit eingebettet sind. Die Kontaktumwandlung ist eine sehr intensive und oft pneumatolytische, schon KEILHAU hat auf seiner Karte eine Reihe von Eisengruben eingezeichnet. Erst vor wenigen Jahren entdeckte man in dem kontaktmetamorphem Ludlowkalk eine Reihe von Zinkvorkommen, unter denen das beim Hofe Rien¹ am bedeutendsten ist. Ich habe dies Vorkommen mehrfach besucht und erhielt auch Einsicht in die vorhandenen Profile und Karten.

Die Zinkblende findet sich in einer 80 Meter breiten und 300 Meter langen steilstehenden Silurscholle, deren Streichen NNO.—SSW. ist. Auf drei Seiten ist diese Scholle von Granit umgeben, nur im Süden ist sie mit dem Silurgebiet von Galleberg verbunden. Das Einfallen ist meist ein steil westliches, nur ganz lokal fallen die Schichten nach Osten. Die Grenze gegen den Granit ist nur im Osten gut aufgeschlossen, hier verläuft sie parallel den Silurschichten. Sie hat bis zu einer Tiefe von etwa 70 Metern denselben Verlauf, wie eine Bohrung ergab. Im nördlichsten Teil des Vorkommens verläuft die Grenze etwas unregelmässig,

¹ 2 km. südlich von der Bahnstation Skoger.

indem die Silurscholle sich stellenweise in einzelne kleinere Schollen¹ auflöst. Im Fig. 13 u. 14 habe ich zwei verschiedene Profilskizzen durch das Vorkommen gegeben, die Silurschichten sind von drei intrusiven Diabasgängen und einem Intrusivgang von Syenitporphyr durchsetzt, welche der Uebersichtlichkeit halber weggelassen sind. Eine Beziehung zwischen diesen Eruptivgängen und der Zinkblende ist nicht vorhanden.

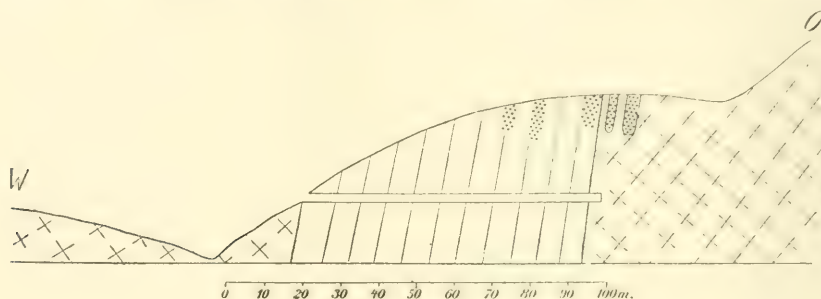


Fig. 13.

Zinklagerstätte von Rien. Profil am nördlichen Stollen.



Fig. 14.

Zinklagerstätte von Rien. Profil am südlichen Stollen. Maßstab wie bei Fig. 13.

Reichliche Zinkblendeimprägnationen im Kalkstein sind durch Punktierung bezeichnet (der nähere Verlauf der Imprägnationen im nördlichen Stollen ist mir nicht bekannt). Die Grenzfacies des Granitits mit Anreicherung von Fluor und Eisen ist durch horizontale Strichelung verzeichnet.

Die Zinkblende findet sich in Form von Imprägnationszonen oder Linsen dem Ludlowkalk eingelagert, derart daß die Zinkblendemassen parallel den Schichten verlaufen². Die am reichlichsten imprägnierten Zonen haben meist eine Breite von einigen Metern und lassen sich recht weit im Streichen verfolgen. Im ganzen sind drei Hauptimprägnationszonen vorhanden. Auch im kleinen sind die Zinkblendestreifen dem Kalk parallel der Schichtung eingelagert, derart, daß man es selbst im Handstück beobachten kann. Die Farbe der Blende ist meist eine sehr hell grünliche oder graue, oft ist sie fast farblos und kann dann leicht im Kalk übersehen werden. Sie ist, wie mir mitgeteilt wurde, so gut wie frei von Schwefeleisen.

¹ Wie sie auf Fig. 13 angedeutet sind. Die Umgrenzung der Schollen nach unten ist eine ganz schematische, da Aufschlüsse hier fehlen.

² Eine genaue Kartierung von bergmännischer Seite soll ergeben haben, daß die Imprägnationszonen im Kalk oft von kleinen Querverwerfungen ausgehen, sofern sie nicht direkt an den Granitit grenzen.

Nur im nördlichen Teil des Vorkommens findet sich dunkle Blende. Dünnschliffe zeigen, daß die Blendestreifen von äußerst reichlichem Flußspat begleitet werden, den man auch makroskopisch in großer Menge wahrnimmt. Andere Erze als Zinkblende, Magnetit und Eisenglanz fehlen in den Imprägnationszonen fast völlig, nur Bleiglanz tritt hin und wieder in Spuren auf. Die umgewandelten Ludlowschichten sind schichtenweise reich an Silikaten, besonders häufig sind Granat¹, Vesuvian und manganreicher Wollastonit. Oft sind hier noch Spuren von Fossilien erhalten. Als Seltenheit findet man auf Drusenräumen der Zinkblende kleine Krystalle von Helvin. Auf denselben Drusenräumen kommen Krystalle von Orthoklas und Flußspat vor. Ein sehr merkwürdiges Gestein ist am südlichsten Stollen aufgeschlossen und bildet hier gangförmig die Grenze zwischen Silur und Granitit. Es besteht größtenteils aus Alkalifeldspat und blauem Fluorit und enthält unzählige Rosetten von Eisenglanz, der einen sehr wesentlichen Gesteinsgemengteil ausmacht. Der Eisenglanz ist das zuerst auskrystallisierte Mineral. Man muß annehmen, daß es sich um eine eigentümliche pneumatolytische Grenzfacies des Granitits handelt. Stellenweise sind fast reine Eisenglanzmassen gebildet. Der normale Granitit enthält Bruchstücke dieses Gesteins. Gleich westlich von diesem »Eisengang« steht die hellgrüne Zinkblende; stellenweise sind auch ganz helle Zinkblendeklumpen im Eisenglanz eingewachsen. Dies zeigt, daß der Eisengehalt der Zinkblende wesentlich von dem Schwefelgehalt des Vorkommens abhängt (siehe im mineralogischen Teil unter Zinkblende).

Im nördlichen Teil der Lagerstätte findet sich ein Schwefelkiesgang von etwa einem Meter Breite an der Grenze der Silurschichten; das Gestein besteht aus rotem Kalifeldspat, blauem Flußspat und Schwefelkies; es entspricht wahrscheinlich dem oben beschriebenen Eisenglanz-Gestein.

In dem kontaktmetamorphen Silurgebiet weiter südlich bei Galleberg finden sich ebenfalls Imprägnationen von Zinkblende; an mehreren Orten sieht man alte Eisengruben.

Auch im Granitit östlich der Zinklagerstätte ist an mehreren Stellen auf helle Zinkblende geschürft worden. Dünnschliffe von den Erzen in einigen dieser Schürfe ergaben, daß die Blende oft an winzige Kalkspateinschlüsse gebunden ist. Der Kalkspat tritt in idiomorphen Rhomboëdern der Spaltform auf und ist sicher keine sekundäre Bildung, sondern vor Erstarrung des Granitits krystallisiert. Er entstammt ursprünglich wohl dem benachbarten Ludlowkalk und ist ein Beispiel dafür, daß Karbonate selbst von sauren Silikatmagmen nicht immer zersetzt werden. Der Grund

¹ Größtenteils reich an dem Andraditsilikat.

für die Beständigkeit des Kalkspats ist in einem hohen Partialdruck der Kohlensäure zu suchen. Diese kleinen Kalkspatmassen sind nun mit gelber Blende imprägniert und zum Teil von Flußspat begleitet. Dieselben Faktoren, welche eine Anreicherung von Zinkblende in der großen Kalkscholle verursacht haben, sind also auch hier wirksam gewesen. In quantitativer Beziehung sind diese Zinkvorkommen im Granit ganz unbedeutend. Stellenweise findet sich auch Bleiglanz mit der Zinkblende im Granit.

Das benachbarte Vorkommen von Aaserud bietet so viele Analogien mit der Erzlagerstätte von Konnerudkollen, daß ich es erst nach dieser beschreiben werde.

Die Kontaktzonen der Umgegend von Drammen.

Die Umgebung der Stadt Drammen bietet, wie längst bekannt, ein ausgezeichnetes Feld zum Studium der Kontaktmetamorphose. Zu beiden Seiten des Drammenstals findet man auf dem Granit Reste von dem sedimentären Dach des Lakkolithen. Diese Sedimente sind außerordentlich stark kontaktmetamorphosiert und liefern ein reiches Material zum Studium normaler Kontaktmetamorphose, wie auch zum Studium pneumatolytischer Umwandlungen.

Nördlich des Drammenstals sind die Reste des Lakkolithendachs auf einige eingesunkene Schollen begrenzt. Einige solche Schollen findet man längs dem Wege zum Teiche Landfaldstjern, etwa 3 km. NW. von Drammen, vergl. BRÜGGERS Karte in »Eruptivgest.« Bd. II, p. 136. Einige größere Silurschollen liegen nördlich von der Station Mjøndalen, sie sind von KJERULF beschrieben worden. Ich habe die Kontaktgebiete nördlich des Drammenstals nicht selbst besucht; einiges Material von dort befand sich in der Sammlung des mineralogischen Instituts. Es scheinen dort hauptsächlich Kalksilikathornfelse der gewöhnlichen Typen vorzukommen. Nördlich von Mjøndalen soll an mehreren Stellen auf Zinkblende geschürft worden sein.

Südlich des Drammenstals ist das Dach des Lakkolithen ausgezeichnet erhalten und in zahlreichen schönen Aufschlüssen zugänglich. Schon KJERULF rühmt das prachtvolle Profil an der Südseite des Drammenstals, wo über eine Strecke von 10 Kilometern die umgewandelten obersilurischen Schichten mit fast horizontaler Grenze dem Granit auflagern. In der Richtung von Norden nach Süden erstreckt sich dieser Teil des Lakkolithendachs über etwa 5 Kilometer, wir haben hier also ein zusammen-

hängendes Gebiet hochgradig kontaktmetamorpher Sedimente von mindestens 50 Quadratkilometer. Man dürfte selten anderwärts ein so prachtvolles Gebiet zum Studium der Kontaktmetamorphose finden. Zu den Erscheinungen der normalen Kontaktmetamorphose treten noch die zahllosen Erzlagertstätten hinzu, welche die umgewandelten Sedimente erfüllen.

Ein Profil von Norden nach Süden erläutert am besten den Bau des Lakkolithendachs. Das Profil¹ (neben der farbigen Übersichtskarte) geht von dem Gipfel des Konnerudkollen über die Höhe Damaas nach dem Tal vor Aaserud und der Höhe von Hestmyrbrenna.

Man sieht, wie die obersilurischen Schichten, überlagert von devonischem Sandstein, in einer flachen Mulde über dem jüngeren Granitit liegen. Es ist im wesentlichen dasselbe Profil, wie es schon KJERULF in »Udsigt over det sydlige Norges geologi« gebracht hat.

Bei der starken Umwandlung der Sedimentgesteine ist es oft schwer, die einzelnen Horizonte zu bestimmen. Wo keine Fossilien vorhanden sind, kann man immerhin leicht drei Stufen unterscheiden. Zu unterst liegen Schieferhornfelse der silurischen Etage 8 (Wenlock); es sind meist grüne oder violette Kalksilikathornfelse, in denen Diopsid und Plagioklas neben Biotit die herrschenden Mineralien sind. Die obersten Teile dieser Schichtenfolge sind oft reich an Grossular.

Ueber diesen Hornfelsen folgen, als zweites Glied der Schichtenreihe, kontaktmetamorphe Kalksteine, die in dem Konnerudgebiet als mehr oder weniger grobkörniger Marmor ausgebildet sind. Diese Kalksteine gehören der Etage 9 an (Ludlow). Sie enthalten einen noch sehr fossilreichen Horizont, nach Prof. KJER² Etage 9 c. Die Versteinerungen sind dadurch erhalten geblieben, daß dünne Mergelschichten dem Kalkstein eingelagert sind, welche die Abdrücke von Korallen u. s. w. bewahrt haben. Seltener sind Reste von Fossilien in den reinen Kalksteinen erkennbar.

Die Kalksteine des Ludlow werden von wenig mächtigen Tonschieferhornfelsen, dann von den Kontaktprodukten des devonischen Sandsteins, als oberster Stufe, überlagert. Die meist grünlichen kontaktmetamorphen Sandsteine sind den gewöhnlichen Mergelschieferhornfelsen sehr ähnlich im Aussehen und lassen sich oft nur durch mikroskopische Untersuchung als Sandsteinhornfelse identifizieren.

Die umgewandelten Devonsandsteine südlich von Drammen gehören größtenteils der äußeren Kontaktzone an, dementsprechend führen sie Amphibol statt Pyroxen.

¹ Eine Fortsetzung des Profils nach Norden bis Hörtekollen gab BRÜGGER (Eruptivgest. II, p. 126).

² Das Obersilur im Kristianiagebiet, p. 437.

In dem Kontaktgebiet südlich von Drammen liegen zahlreiche Erzlagerstätten. Kürzere Mitteilungen über einige derselben sind von KJERULF (»Udsigt over det sydlige Norges geologi«) und VOGT (»Norske ertsforekomster«), und an andern Stellen publiziert worden.

Topographisch lassen sich die Lagerstätten in zwei Gruppen teilen, die Vorkommen um Konnerud, gleich südlich vom Drammenstal und die Vorkommen der Aaserud-Gegend, weiter südlich gegen das Sandetal.

Eine solche Einteilung bei der Beschreibung würde aber viele Wiederholungen verursachen, da an beiden Orten dieselben Typen von Lagerstätten auftreten.

Im folgenden habe ich deshalb die Lagerstätten beider Gebiete nebeneinander behandelt und zwar in folgender Reihenfolge:

1. Die Gruben von Konnerudkollen und die Oran-Grube.
2. Die Gruben von Dalen und die Ekholt-Gruben.
3. Die Zink- und Blei-Lagerstätten von Aaserud.
4. Die Eisengruben von Narverud, Aaserud u. s. w.
5. Die Kupferkiesvorkommen von Haga Tjern.

Die Gruben von Konnerudkollen und die Oran-Grube.

Die Lage der Vorkommen ist aus der nebenstehenden farbigen Kartenskizze ersichtlich, die einen Teil des Lakkolithendaches an der Südseite des Drammenstals darstellt.

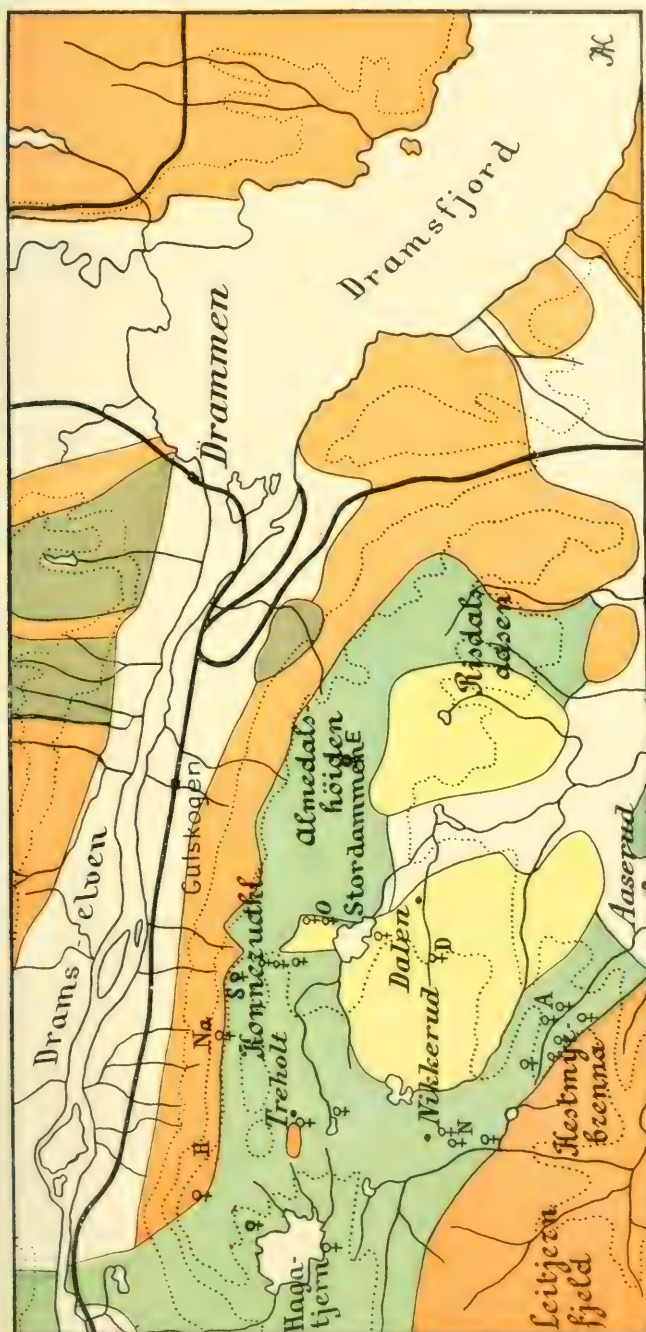
Auf dem Granitit liegen Plagioklas-Diopsid-Hornfelse (Hornfelse der Klasse 7), die Kontaktprodukte des Wenlockschiefers sind. Eine Analyse des Hornfelses ist im petrographischen Teil mitgeteilt (Hornfelse der Klasse 7). Im obersten Horizont dieser Abteilung kommen kalkreichere Hornfelse vor, die nicht selten erkennbare Abdrücke von Fossilien enthalten. Am Nordostabhang des Konnerudkollen fand ich verschiedene Korallen in diesen Schichten; wie Herr Prof. KLÆR mir mitteilte, lassen dieselben auf den oberen Teil der Etage 8 (Wenlock) schließen; dies ist in guter Uebereinstimmung mit der petrographischen Ausbildung der Hornfelse.

Zum obersten Teil der Etage 8 gehören auch umgewandelte Tonschiefer mit großen Cyathophyllen, die etwa 500 m. östlich von Skalstad anstehen (etwas ausserhalb des Gebiets der Kartenskizze).

Der alleroberste Teil der Etage 8 ist als Grossular-Vesuvian-führendes Gestein entwickelt (Vesuvianschicht von Sata-Nordskjærp).

Die Kontaktgebiete südlich von Drammen

(Im wesentlichen nach Kjerulfs geologischer Rektangelkarte)



0 1 2 3 4 5 km. (1:100000)

Silur
 Devon
 Granitit (bei Leitjerna fjeld Na-trongranit)
 Ergussgesteine

♀ Gruben und Schürfe
die im geologischen Teil erwähnt sind

- A. Aaserud - Grube
- N. Nikkerud - Gruben
- H. Henckels - Hiesgrube
- Na. Narverud - Grube
- S. Sata - Schürfe
- O. Oran - Grube
- E. Ekholt - Gruben



0 1 2 km. 1:50000

Darüber folgt die mächtige Schichtenreihe der Etage 9, die Kalksteine des Ludlow, die mit einem Schieferhorizont (Hornfels) nach oben abschließen. Der Ludlowkalk ist von zahlreichen kontaktmetasomatischen Erzlagerstätten erfüllt, in deren Umgebung er meist zu Andraditfels¹ umgewandelt ist (vergl. Andradit im mineralogischen Teil). Auf der Kartenskizze ist das Hauptgebiet der Andraditisierung besonders vermerkt, die starke Andraditisierung am Ostabhang des Konnerudkollen fällt mit der Erzimprägnation räumlich zusammen. Im kontaktmetamorphen Ludlow von Konnerud sind nicht selten erkennbare Fossilien erhalten (vergl. KLÆR »Das Obersilur im Kristianiagebiet« p. 437).

Die Schichtenfolge des Ludlow wird von dem umgewandelten Devon-sandstein überlagert. Die unteren, meist tonigen, Schichten sind in der eingesunkenen Platte zwischen dem Konnerudkollen und der Oran Grube vielfach in guten Aufschlüssen zugänglich. Im petrographischen Teil meiner Arbeit sind die Sandsteinhornfelse näher beschrieben.

Die Zusammensetzung dieser Hornfelse geht aus einer Analyse hervor, die von Herrn Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg ausgeführt ist; zum Vergleich sind zwei alte Analysen KJERULFS² (»Das Christiania-Silurbecken«) von unveränderten Sedimente *desselben Niveaus* angeführt.

I. Hornfels (Amphibol-Hornfels) zwischen Konnerudkollen und der Oran Grube, aus den unteren Schichten des Devonsandsteins (DITTRICH).

II. Roter kalkhaltiger und toniger Sandstein vom Fuß des Kolsaas, Bærum (KJERULF).

III. Schokoladebrauner kalkhaltiger Sandstein mit silberglänzenden Glimmerblättchen, von den Pflastersteinbrüchen am Holsfjord (KJERULF).

II a und III a sind nach Abzug von Wasser und Kohlensäure auf 100 berechnet.

| | I | II | III | II a | III a |
|--|----------|-------------------|-------------------|-------|-------|
| SiO ₂ | 62,40 | 56,43 | 67,79 | 64,69 | 73,56 |
| TiO ₂ | 0,71 | — | — | — | — |
| Al ₂ O ₃ | 13,43 | 12,29 | 9,46 | 14,09 | 10,27 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,59 | — | — | — | — |
| FeO | 2,66 | 7,39 ³ | 4,50 ³ | 8,48 | 4,88 |
| MnO | ca. 0,10 | — | — | — | — |
| MgO | 5,46 | 4,32 | 2,02 | 4,95 | 2,19 |

¹ Es sei daran erinnert, daß der Allochroit, ein manganhaltiger Andradit, zuerst bei den Gruben von Konnerudkollen entdeckt wurde.

² KJERULF faßte damals, mit Unrecht, diese tonigen Sandsteine als Tuffe auf.

³ Inklusive Fe₂O₃.

| | I | II | III | II ₂ | III ₂ |
|-----------------------------|-------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| CaO | 6,70 | 6,68 | 5,72 | 7,66 | 6,21 |
| Na ₂ O | 2,11 | — | 1,27 | — | 1,38 |
| K ₂ O | 2,55 | 0,12 | 1,39 | 0,13 | 1,51 |
| Glühverlust (Wasser) | 0,40 | 8,23 ¹ | 5,90 ¹ | — | — |
| CO ₂ | 0,72 | 5,56 | 4,47 | — | — |
| | 99,83 | 101,02 | 102,52 | 100,00 | 100,00 |

Die Uebereinstimmung zwischen dem ursprünglichen Sediment und dem Kontaktprodukt ist eine so vollkommene, wie man bei der wechselnden Zusammensetzung klastischer Sedimente überhaupt erwarten darf. Die Alkalibestimmungen von KJERULF sind vielleicht ein wenig zu niedrig ausgefallen, wenigstens bei der Analyse I. Die Magnesia ist in dem tonigen Sandstein als Chlorit vorhanden, in dem Kontaktprodukt als Amphibol.

Ueber diesen Gesteinen folgen quarzreichere Sandsteinhornfelse, die z. B. in der Anhöhe Damaas, westlich vom Teiche Stordammen, anstehn. Nach alten Analysen (unter SCHEERERS Leitung ausgeführt) sollen die oberen Schichten des Devonsandsteins von Krogkleven etwa 80 % Kieselsäure enthalten (in nicht kontaktmetamorphem Zustand).

Diese ganze Schichtenreihe fällt schwach nach Süden, sie gehört zur nördlichen Hälfte des muldenförmigen Lakkolithendachs von Konnerud-Aaserud.

Das Dach des Lakkolithen wird von vertikalen Spaltenverwerfungen durchsetzt, derart, daß einzelne Schollen nach Art eines Grabenbruchs eingesunken sind. In dem Gebiet der Gruben von Konnerudkollen treten zwei große Vertikalverwerfungen auf, die ziemlich genau in nord-südlicher Richtung verlaufen. Zwischen beiden Verwerfungsspalten ist eine 300 Meter breite Scholle als Grabenbruch in den Granitit eingesunken.

Die Kontaktlagerstätten der Gegend stehn in einem deutlichen Kausalzusammenhang mit diesen zwei grossen Verwerfungsspalten; längs der westlichen liegen die Gruben am Konnerudkollen, längs der östlichen die Oran-Grube, und viele Schürfe nördlich davon.

Die Verwerfungsspalte am Ostabhang des Konnerudkollen war schon KJERULF bekannt.

Im folgenden werde ich die Tektonik² der Lagerstätten beschreiben (siehe die Profile neben der Uebersichtskarte).

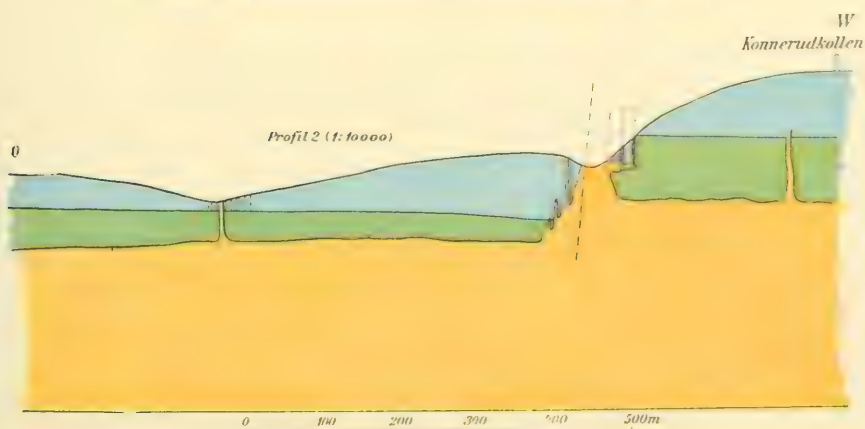
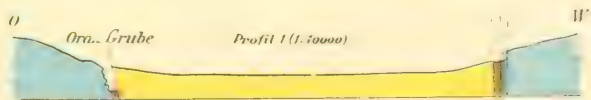
¹ Nach KJERULF (l. c.) zu hoch ausgefallen.

² Herr Prof. BRÖGGER kannte selbst schon früher den Grabenbruch von Konnerud. Wie er mir mitteilt, deckt sich seine Auffassung der Tektonik mit meinen Resultaten.

Kartenskizze der Kontaktlagerstätten von Konnerudkollen. (1 : 16700)



- Devonsandstein
- Etage 9 (Ludlowkalk)
- Etage 8 (Wenlockschiefer)
- Granitit und Gänge von Quarzporphyr
- Diabasgänge
- Granatfels
- Zinkblende-Bleiglanz Imprägnationen



Die östliche Verwerfungsspalte ist an der Oran-Grube ausgezeichnet aufgeschlossen. Hier grenzen die unteren Horizonte des devonischen Sandsteins (Amphibol-Hornfels) an den Ludlowkalk. An den aufgebogenen Schichten des Sandsteins erkennt man deutlich die Schleppung längs der Verwerfungsspalte. In der Spalte setzt ein Diabasgang auf (sicher aus dem Ganggefolge des Granitits), sowie eine Gangmasse von rotem Quarzporphyr.

Der Abbau der Oran-Grube folgte genau der Verwerfungsspalte, wie man an dem etwa 100 m. langen Tagebau aufs deutlichste sieht.

Die Erze dieser Lagerstätte sind Kupferkies und Zinkblende. Sie fanden sich teils in einer Kalkspat-Quarz-Gangmasse, die der Verwerfungsspalte folgt (hier wesentlich Kupferkies), teils als Imprägnation im Ludlowkalk. Die Erze werden von Flußspat begleitet, die Menge dieses Minerals ist aber nicht so bedeutend, wie auf den Lagerstätten am Konnerudkollen.

Bei dem Abbau der Oran-Grube hielt man sich ausschließlich¹ an die Ostseite der Verwerfungsspalte (vergl. das Profil). Die Erze imprägnierten nur den Ludlowkalk, im Sandstein fand sich auch nicht eine Spur davon. Dies zeigt deutlich den metasomatischen Charakter der Erzanreicherung.

Die Westwand des Tagebruches wird von der recht ebenen Verwerfungskluft gebildet, die steil nach Westen einfällt.

Die gewöhnlichen Kontaktsilikate sind hier nur spärlich vorhanden, im Gegensatz zu den anderen Vorkommen von Konnerud, die allerdings der Grenze des Granitits viel näher liegen.

Südlich von der Oran-Grube läßt sich die Verwerfungsspalte zwischen Kalk und Sandstein bis Stordammen verfolgen.

Nördlich von der Oran-Grube liegen eine Menge kleiner Schürfe an derselben Verwerfungsspalte, die hier zum Teil durch größere Gangmassen von Quarzporphyr markiert wird.

Unter diesen Schürfen sind die sogenannten Jenserud-Schürfe die wichtigsten. Hier kommt fast ausschließlich Zinkblende vor; die hellgrüne Blende (siehe im mineralogischen Teil) ist teils im Marmor, teils im Andraditfels eingewachsen. Der Andraditfels ist durch kontaktmetasomatische Umwandlung des Ludlowkalks entstanden. Die Zinkblende ist, wie gewöhnlich, jünger als der Granat.

Nach Norden wird die Sprunghöhe der Verwerfung immer geringer; soweit man aus der verstreuten Lage der einzelnen Schürfe schließen kann, zerteilt sie sich in mehrere Spalten. An mehr isolierten Gangspalten (zum Teil auch mit Diabas-Quarzporphyr-Gängen) liegen die

¹ Ein Querschlag im Sandstein wurde nach wenigen Fuß aufgegeben, weil man keine Spur von Erzen fand.

Schürfe am Nordabhang von Gomperudhöiden, die sogenannten Gomperud-Gruben. Auch hier kommt hellgrüne Zinkblende im Marmor, respektive Andraditfels, vor.

Noch weiter nördlich scheint die Sprunghöhe der Oran-Verwerfung gleich Null zu werden, wenigstens konnte ich keine entsprechende Vertikalverwerfung an der Grenze zwischen Granitit und Wenlock-Schiefer am Abhang gegen das Tal von Drammen konstatieren.

Folgt man der Grenze zwischen Wenlock-Schiefer (Etage 8) und dem Granitit weiter nach Westen, so kommt man zu der großen Verwerfungsspalte, die sich in nord-südlicher Richtung längs dem Ostabhang des Konnerudkollen hinzieht.

Schon KJERULF (»Udsigt over det sydlige Norges geologi«) erwähnt diese Verwerfung, deren Sprunghöhe am Abhang gegen das Drammenstal etwa 100 Meter beträgt.

In der Verwerfungsspalte setzt eine mächtige kielförmige Granititmasse auf, ein Ausläufer des Lakkolithen. Von dieser Masse geht ein Intrusivgang aus, der im Wenlock-Schiefer (Plagioklas-Diopsid-Hornfels) injiziert ist.

Als Gangbegleiter des Granitits treten hier, wie bei der Oran-Verwerfung, Gänge von Diabas auf. Die Diabasgänge folgen vorzugsweise den vertikalen Verwerfungsspalten und kommen dadurch vielfach in Berührung mit den Erzlagerstätten, indem ja dieselben Spalten im Lakkolithendach als Zufuhrkanäle für die Erze fungierten.

Schon im 18ten Jahrhundert war man darauf aufmerksam, daß die Erze gern in Begleitung der Diabasgänge vorkommen, und es ist begreiflich, daß man allgemein den Diabas (den sogenannten »Blaabest«) als Erzbringer ansah. Diese Anschauung hielt sich bis in die zweite Hälfte des 19ten Jahrhunderts.

Man folgte beim Abbau der Gruben systematisch den Diabasgängen und traf hiermit unbewußt das Richtige, indem die Diabasgänge als »Indikatoren« für die Verwerfungsspalten dienten.

Erst in der neusten Zeit erkannte man, daß die »erzbringenden« Diabasgänge von Konnerud zur Ganggefolgschaft des Granitits gehören, und daß die Vorkommen von Konnerudkollen *typische Kontaktlagerstätten an Granitit* sind.

Der Beweis dafür ist, daß die Diabase von Konnerud in der Tiefe in »gemischte Gänge« übergehen, deren Salband an beiden Seiten Diabas ist, während die Gangmitte einen typischen Quarzporphyr vorstellt¹. Zuerst

¹ Derartige gemische komplementäre Gänge sind aus der Gefolgschaft des Granitits durch BRÖGGER von vielen Fundorten bekannt (Eruptivgest. I, p. 59).

wurde dies durch den Bergingenieur HORNEMANN für einen großen Diabasgang der Gruben am Konnerudkollen (den sogenannten »Grand filon«) festgestellt. Dieser Gang ist in den höheren Horizonten der Grube als Diabasgang entwickelt, in größerer Tiefe besteht der Kern des Ganges aus ziemlich grobkörnigem Granit; ich konnte mich selbst davon überzeugen, als ich die alten Gruben zusammen mit Herrn Bergingenieur STURBELL besuchte. Ich bin demselben für viele Mitteilungen über die Erzlagerstätten von Konnerudkollen zu Dank verpflichtet.

Auch über Tage sieht man bei den Gruben am Konnerudkollen vielfach Schlieren von Quarzporphyr in den Diabasgängen.

Am deutlichsten erkennt man den genetischen Zusammenhang zwischen dem Granititlakkolithen, den Quarzporphyrhängen und den Diabasgängen an der Ostseite des aufragenden Granitkeils, nördlich von den Gruben. Hier sieht man meterbreite Quarzporphyrgänge als Apophysen des Granitits, die an beiden Seiten ein Salband von Diabas führen. Eine mikroskopische Untersuchung zeigte, daß die Quarzporphyre und Diabase mit denen in den Gruben identisch sind. Etwas höher hinauf am Abhang findet man nur noch die Diabasgänge, die hier im Kalkstein von Bleiglanz und Zinkblende begleitet werden. Es handelt sich hier offenbar um Parallelspalten zu der großen Verwerfung.

Auch am Ostabhang von Konnerudkollen tritt die Hauptverwerfung nicht mit einer einzigen Spalte auf, sondern zerteilt sich in eine große Anzahl von Einzelverwerfungen. Diese gehen zum Teil in nord-südlicher Richtung, zum Teil streichen sie nordost-südwest. Zwischen den einzelnen Spalten sind die Blöcke von Ludlowkalk auf das intensivste mit Erzen imprägniert worden.

Sowohl an der Ostseite, wie an der Westseite der Hauptverwerfungslinie stehen hier Ludlowkalksteine an (vergl. die Karte), daher finden sich die Erzanreicherungen zu beiden Seiten; nicht nur einseitig, wie bei der Oran-Grube.

Die Erzimprägnationen können nach ihrer Form in zwei Gruppen geteilt werden: steilstehende Imprägnationszonen, die auf die unmittelbare Umgebung der Vertikalspalten begrenzt sind, und flach liegende Imprägnationszonen, die ein bestimmtes Kalkniveau über eine größere Strecke erfüllen¹.

In den Imprägnationszonen wird das Erz (Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies) oft von reichlichen Flußspatmengen begleitet, in der Umgebung der Erzmassen ist der Kalkstein gern mit Quarz und Albit erfüllt. Am

¹ Diese beiden Formen der Imprägnationszonen sind schon von J. H. L. Vogt beschrieben worden („Norske ertsforekomster II“, Arkiv f. Mat. og Naturv. 9, 1884, p. 284).

meisten charakteristisch ist aber die *Andraditisierung* des Kalksteins, die sich gerade am Konnerudkollen besonders schön studieren läßt. Sehr schön ist die Andraditbildung in dem großen Tagebruch von »Nordskjærp« entwickelt. Man sieht hier eine vertikalstehende Platte von Diabas, von der Erzimprägnationen im Kalkstein ausgehn. Die Erze sind dem Kalkstein parallel der Schichtung eingelagert, sie werden von viel Flußspat begleitet; in einiger Entfernung von der vertikalen Gangspalte keilen sie aus. Neben der Spalte ist der Kalkstein größtenteils andraditisiert (vergl. den Andradit im mineralogischen Teil).

Die flach liegenden Imprägnationszonen werden oft von eigentümlichen Intrusivmassen begleitet. Es sind dies rot und grün gefleckte Gesteine, die wesentlich aus Alkalifeldspaten und Epidot bestehen. Diese Intrusivmassen erreichen eine Dicke von mehreren Metern, sie führen oft Erze (Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies) und scheinen durch Uebergänge mit den normalen Erzimprägnationen im Kalkstein verknüpft zu sein. Oft enthalten sie massenhaft Granat. Ich möchte diese Intrusivmassen für Quarzporphyre halten, die während der pneumatolytischen Kontaktmetamorphose in den Kalkstein injiziert wurden. Derartige Gangmassen (vergl. die Nysæter-Lagerstätte bei Grua) sind im Kristianiagebiet auf die kontakt-metasomatischen Erzlagerstätten beschränkt. Am Abhang des Konnerudkollen finden sie sich zum Beispiel über dem Südende der großen Plattform und bei den südlichsten Schürfen.

Ferner finden sich in den Gruben von Konnerudkollen Eruptivgesteine, die als Quarzporphyr-Sphärolithfelse ¹ zu bezeichnen sind. Es sind Gänge, die vorzugsweise als Intrusionen in den tiefsten Horizonten der Lagerstätten auftreten.

Die Gänge zeigen eine ganz ausgezeichnete Fluidalstruktur parallel der Ganggrenze, derart, daß man oft glauben könnte, ein geschichtetes Gestein zu sehen, wenn nicht deutliche Apophysen in das Nebengestein da wären. Solche Sphärolithfelse sind besonders schön in dem sogenannten »Kontaktstollen« aufgeschlossen, wo sich eine meterdicke Intrusivmasse über lange Strecken verfolgen läßt.

G. v. RATH (N. Jahrb. f. Min., 1869) beschrieb von Konnerudkollen Hornfelse von Gneis-ähnlichem Aussehen; papierdünne Schichten von verschiedener Zusammensetzung ² sollten miteinander abwechseln. Ich selbst habe hier keine Biotithornfelse mit derart dünnem Schichtenbau gesehen,

¹ Ein ganz entsprechendes Ganggestein von Mjøndalen, 10 km. westlich von Drammen, befindet sich in BRÖGGERS bekannter Typensammlung von Eruptivgesteinen des Kristianiagebiets.

² Biotit-reiche und Biotit-freie Schichten.

die gewöhnlichen Biotithornfelse von Konnerudkollen sind recht grob geschichtet. Dagegen sind die fluidalstruierten Gänge von Sphärolithfels oft sehr Gneis-ähnlich.

Damit die Natur dieser Intrusivmassen ganz sicher festgestellt würde, erschien eine quantitative Analyse erwünscht. Herr Professor BRÖGGER war so liebenswürdig, auf meinen Wunsch eine Analyse durch Herrn Dr. O. N. HEIDENREICH ausführen zu lassen. Das analysierte Gestein stammt aus dem großen Intrusivgang im Kontaktstollen, es war ziemlich reich an sekundärem Kalkspat. Die Analyse ergab das unter I aufgeführte Resultat. Zum Vergleich ist unter II die Analyse des normalen Granitits von Lier abgedruckt (MAUZELIUS bei BRÖGGER, Zeitschr. f. Kryst. 16, 1890, p. 77).

| | I | II |
|--|--------|--------|
| SiO ₂ | 78,39 | 75,74 |
| TiO ₂ | 0,47 | 0,17 |
| Al ₂ O ₃ | 9,26 | 13,71 |
| Fe ₂ O ₃ | 3,17 | 0,55 |
| FeO | 0,57 | |
| MnO | 0,30 | — |
| MgO | 0,03 | Spur |
| CaO | 1,30 | 1,26 |
| Na ₂ O | 3,52 | 3,72 |
| K ₂ O | 1,44 | 4,69 |
| H ₂ O | 0,63 | 0,46 |
| CO ₂ | 1,06 | — |
| F | 0,00 | — |
| P ₂ O ₅ | 0,00 | — |
| | 100,14 | 100,30 |

Irgend welche Einschmelzung des kalkreichen Nebengesteins hat also nicht stattgefunden. Dagegen unterscheidet sich der Sphärolithfels von dem normalen Granitit durch größeren Quarzgehalt, vor allem aber durch das Zurücktreten des Kalifeldspats. Letzteres ist eine Erscheinung, die ich vielfach bei sauren Eruptivgängen an kontaktmetasomatischen Lagerstätten beobachtet habe. Der extreme Fall sind Gesteinsfacies, die fast nur aus Albit und Quarz bestehn.

Der Sphärolithfels von Konnerudkollen führt recht viel Eisenglanz (ca. 3 %).

Die Ursache der sphärolitischen Erstarrung dieser Gänge ist mir ganz unbekannt¹; in dem geologischen Auftreten findet sich kein Anhaltspunkt

¹ Man könnte vielleicht den außergewöhnlich hohen Gehalt an freiem Quarz (ca. 50 %) als Grund zur sphärolitischen Entwicklung ansehen.

für eine besonders schnelle Abkühlung. Die pneumatolytischen Prozesse an den Kontaktlagerstätten können sicher nur begünstigend auf die Krystallisation wirken.

Das Alter des Grabenbruches von Konnerud kann in Bezug auf die Erstarrung des Granitits bestimmt werden. Die Senkung der Mittelscholle ist gewiß vor der völligen Verfestigung des Granitits erfolgt; darauf deuten erstens die Eruptivgänge in den Verwerfungsspalten, zweitens die Beschaffenheit des Granitits unterhalb Konnerud. In den höchsten Bänken des Lakkolithen beobachtet man noch quarzgefüllte kleine Verwerfungsspalten mit nord-südlichem Streichen, welche andeuten, daß die Bewegungen im Lakkolithendach noch andauerten, als die oberste Schicht des Granitits bereits erstarrt war. Unten im Drammenstal ist der Granitit in Steinbrüchen schön aufgeschlossen; man sieht hier keine Spur von großen Vertikalverwerfungen, nur die gewöhnliche Bankung und Zerklüftung des Granitits ist nachweisbar. Etwa 170 m. unter dem Dache war der Granitit noch nicht erstarrt, als die letzten Senkungen im Lakkolithendach stattfanden.

Die pneumatolytische Erzzufuhr ist sehr wahrscheinlich schon erfolgt, ehe die obersten Partien des Granitits erstarrt waren, denn der Granitit der Grenze zeigt keine pneumatolytische Grenzfacies. Nur lokal und in geringer Quantität ist Flußspat in der Grenzzone angereichert.

Die Bildung des Grabenbruchs dürfte also zeitlich wohl mit der Intrusion des Granititlakkolithen zusammenfallen¹, durch die Verwerfungsspalten konnten dann die magmatischen Gase entweichen. Ich bezeichne deshalb solche Spalten im Lakkolithendach als »Schornsteine«. Wo diese Gase an Kalkschichten vorbeistrichen, wurden manche Bestandteile metasomatisch angereichert (vergl. unter Zinkblende und Andradit im mineralogischen Teil). Dieselben Verwerfungsspalten wurden von aufdringenden Eruptivgängen benutzt.

Konnerudkollen repräsentiert einen Typus der Kontaktlagerstätten, welcher im Kristianiagebiet sehr verbreitet ist. Während z. B. auf der Lagerstätte von Nysæter (bei Grua) oder der von Rien (Sande) das erzbringende Tiefengestein direkt an den Kalkstein grenzt, liegen in der Konnerudgegend die Wenlockschiefer dazwischen. Eine Erzimprägnation konnte also nur an Spalten stattfinden, die einen Verbindungskanal zwischen dem Tiefengestein und dem Kalk darstellten.

Wir können demnach zwei geologisch verschiedene Typen von Kontaktlagerstätten unterscheiden.

¹ Ein ganz entsprechender geologischer Bau ist für die Nordseite des Drammenstals von BRÖGGER festgestellt, vgl. „Eruptivgest.“ II, p. 141 unten.

Bei manchen Lagerstätten findet die metasomatische Anreicherung der Erze durch direkte Berührung zwischen Kalkstein und Eruptiv statt, bei anderen Vorkommen sind die magmatischen Gase durch Spalten mit Kalkstein in Berührung gekommen.

Zu dem ersten Typus gehört z. B. Rien, zu dem zweiten Konnerudkollen und Glomsrudkollen (siehe weiter unten).

Natürlich kommen Übergänge zwischen beiden Typen vor. Auch bei der direkten Vererzung der Kalksteine vom Eruptivgestein aus wird die Imprägnation vorzugsweise längs Spalten im Kalkstein vor sich gehn.

Andrerseits werden die erzbringenden Spalten bei Lagerstätten des zweiten Typus oft von so mächtigen Eruptivgängen erfüllt, daß sie sich schwer von denen des ersten Typus abtrennen lassen. (Beispiel: Skjærpe-myrr bei Grua, welches Vorkommen eine Mittelstellung zwischen beiden Typen einnimmt.)

Die Gruben am Ostabhang des Konnerudkollen bieten eine Reihe von guten Aufschlüssen, an denen man die Kontaktmetamorphose studieren kann. Die Tagebrüche und Gruben folgen den Diabasgängen, von deren Gangspalten die Erzzufuhr ausgegangen ist. Eine Reihe von Profilen, die eine derartige Anordnung der abgebauten Räume zeigen, ist von Professor VOGT veröffentlicht worden (*»Norske ertsforekomster II«*, Arkiv f. Mat. og Naturv. 9, 1884, p. 284). Nach VOGT sind auch die Diabasgänge selbst stellenweise erzführend.

In den nördlichsten Gruben am Kollen fallen die Silurschichten nach Süden, in den südlichen Gruben dagegen nach Norden, zum Teil sogar ziemlich steil. KJERULF (*»Udsigt over det sydlige Norges geologi«*, p. 57) nahm an, daß im Konnerudkollen eine invertierte Falte vorliegt. Ich möchte weit eher glauben, daß die einzelnen Schollen durch Vertikalverwerfungen gegen einander verschoben sind. Eine detaillierte Untersuchung der Tektonik läßt sich hier schwer durchführen, da in den stark umgewandelten Schichten nur vereinzelt leitende Horizonte nachweisbar sind. Der komplizierte geologische Bau am Konnerudkollen ist nur auf die Nachbarschaft der großen Verwerfungslinie beschränkt, die sich hier in mehrere Spalten zerteilt.

Ueber den Betrieb der Gruben liegen ziemlich ausführliche ältere Angaben vor¹, denen die folgenden Zahlen entnommen sind. Die Zusammenstellung gibt Anhaltspunkte für die Größe der Vorkommen.

Die Lagerstätten wurden 1646 entdeckt, ein geordneter Betrieb kam aber erst nach 1726 in Gang. In größerem Maßstab wurden die Gruben

¹ G. FAYE, *Topographisk Journal for Norge*, 1799, p. 40 u. 52, J. H. L. VOGT, *Arkiv for Mat. og Naturv.* 9, 1884, p. 283.

während des Zeitraumes 1736—1751 abgebaut. In diesem Zeitraum wurden folgende Mengen ausgebracht:

| | | | |
|--------|-----|-----|--------|
| Kupfer | ca. | 20 | Tonnen |
| Blei | » | 340 | |
| Silber | » | 3,8 | |

In der Zeit zwischen 1751 und 1770 waren die produzierten Mengen:

| | | | |
|--------|-----|-----|--------|
| Kupfer | ca. | 16 | Tonnen |
| Blei | » | 105 | — |
| Silber | » | 3,1 | — |

Diese Zahlen beziehen sich auf die Metallproduktion aus Erzen der Konnerud-Gruben (sowohl die Gruben am Kollen wie Oran, Ekholt u. s. w.).

Da sich der Abbau keineswegs lohnte, wurde der Betrieb aufgelassen. Erst 1866 wurden die Gruben wieder aufgenommen und bis 1874 getrieben. Der Durchschnittswert der jährlichen Produktion soll in diesen sechs Jahren etwa 100 000 norw. Kronen betragen haben.

In den letzten Jahren ist der Betrieb von neuem aufgenommen worden. Die alten Gruben am Ostabhang des Konnerudkollen sind durch einen etwa 500 Meter langen Stollen, den sogenannten »Kontaktstollen«, trocken gelegt worden.

Die wichtigsten Erze sind silberhaltiger Bleiglanz, Zinkblende¹ und Kupferkies. Eisenglanz spielt nur eine ganz untergeordnete Rolle; in kleinen Mengen finden sich Buntkupfererz, Wismutglanz und Molybdän- glanz. Im großen und ganzen habe ich den Eindruck, daß Zinkblende in den oberen Horizonten der Lagerstätten am reichlichsten vorhanden ist, Bleiglanz und Kupferkies mehr in den unteren.

Am Ausgehenden der obersten Imprägnationszonen beobachtet man die Bildung eines »eisernen Hutes«. Hier treten folgende Mineralien auf: Kieselzinkerz, Eisenerz, Cerussit, Malachit, Kupferlasur und Aurichalcit. Der Zinkgehalt dieser Umwandlungsprodukte soll recht bedeutend sein. Vor einigen Jahren wurde eine Partie davon unter der Bezeichnung »Calamin« exportiert.

FAYE² gibt unter den Erzen von Konnerudkollen noch als Seltenheit Weißgültigerz und Glaserz an. Beide sind später nie mehr gefunden worden.

¹ Der Menge nach ist Zinkblende das Haupterz.

² Topographisk Journal for Norge, 1800, p. 12.

In der Umgebung von Konnerudkollen liegen zahlreiche kleine Schürfe im Kalkstein der Etage 9 (Ludlowkalk).

In mineralogischer Beziehung sind die Schürfe von Sata, etwas westlich vom Gebiet der Kartenskizze, von besonderem Interesse. Die Schürfe liegen an der Grenze zwischen Wenlockschiefer und Ludlowkalk am Abhang gegen das Drammenstal. Bei einigen Quarzporphyr-Diabas-Gängen ist hier im Kalk auf Zinkblende geschürft worden, die Menge des Erzes ist aber ganz unbedeutend. Dagegen ist in einem der Schürfe die Vesuvianschicht zwischen Wenlockschiefer und Ludlowkalk ausgezeichnet aufgeschlossen. Man findet hier schöne Krystalle von Vesuvian (siehe diesen im mineralogischen Teil), sowie Grossular, Wollastonit, Apophyllit und Desmin.

Die Gruben von Dalen südlich von Konnerudkollen und die Ekholt-Gruben.

Wie in der geologischen Beschreibung der Konnerudgegend erwähnt wurde, fallen die Ludlow-Schichten von Konnerudkollen schwach nach Süden und werden bei dem kleinen See Stordammen konkordant von dem devonischen Sandstein überlagert, der sich in fast horizontaler Lagerung bis in die Gegend von Aaserud erstreckt. Nicht nur die Ludlow-Kalksteine, sondern auch der darüber liegende Sandstein ist stark kontakt-metamorph.

Die Umwandlung des ganzen Sandstein-Gebiets deutet darauf, daß der Granitit nicht weit in der Tiefe zu suchen ist, eine Vermutung, die in dem geologischen Bau der Gegend ihre volle Bestätigung findet. Geht man von der Sandsteinplatte nach Süden, so trifft man bei Aaserud zuerst einen schmalen Streifen hochmetamorpher Kalksteine des Ludlow und dann wieder den Granitit unter den Ludlowschichten. Es ist gar kein Zweifel daran möglich, daß der Schichtenkomplex Ludlowkalk—devonischer Sandstein zwischen Konnerudkollen und Aaserud das fast flach liegende Dach eines großen Granititlakkolithen bildet. Diese Auffassung des geologischen Baus zeigte schon KJERULF in seinem Profil in »Udsigt over det sydlige Norges geologi«.

Das Lakkolithendach wird von zahlreichen mächtigen Quarzporphyr-gängen durchsetzt, typischen Spaltengängen, die das Dach in ein Mosaik von Einzelplatten zerschneiden. Diese Quarzporphyrgänge entsprechen dem darunter liegenden Granitit und können vielfach direkt bis in den Granitit verfolgt werden, dessen Ausläufer sie sind. Stellenweise treten

diese Quarzporphyrgänge als »Erzbringer« im Sandstein auf; das hübscheste Beispiel dafür bietet die Blei- und Zink-Grube von Dalen, ca. 1 Kilometer südlich von Stordammen. Hier setzt ein mächtiger Quarzporphyrgang, der sich nach beiden Seiten kilometerweit verfolgen läßt, in dem Sandstein auf¹. Die Sandsteinschichten sind zu den gewöhnlichen Amphibolreichen Sandstein-Hornfelsen umgewandelt, die hier auch Pyroxen führen. Der Quarzporphyrgang zeigt teils die gewöhnliche Struktur derartiger Gänge, teils ist er vollständig als fluidalstruierter Sphärolithfels entwickelt. Westlich von dem Hofe Dalen führt dieser Quarzporphyrgang reichlich Bleiglanz und hellgrüne Zinkblende. Das Erz findet sich im Quarzporphyr eingewachsen, oft in Albit-reichen Schlieren desselben; nur in ganz geringen Spuren findet man Erze im angrenzenden Sandsteinhornfels. Die Gruben selbst sind voll Wasser, sodaß ich sie nicht näher untersuchen konnte. Herr Bergingenieur STURBELL zeigte mir aber freundlichst ein Profil, das ähnliche Verhältnisse aufweist, wie sie über Tage sichtbar sind. Der Quarzporphyrgang ist bis zu einer Tiefe von 40 Meter verfolgt worden; das Erz fand sich nur in dem Eruptivgang. Neben Bleiglanz und Zinkblende findet sich noch Molybdänglanz und Schwefelkies, in geringer Menge kommt auf Drusenräumen Flußspat vor. Als Einschlüsse im Quarzporphyr erkennt man makroskopisch Brocken von Granatfels.

Um näheres über die Entstehung der Erzlagerstätte zu erfahren, ließ ich von den erzführenden Quarzporphyrgesteinen zahlreiche Dünnschliffe anfertigen. Es stellte sich nun die Tatsache heraus, daß alle Proben des erzführenden Quarzporphyrs voll von Granatbruchstücken waren. Die Menge des Granats dürfte die der Erze übertreffen. Der Granat findet sich teils in isolierten Krystallen und in Bruchstücken solcher, teils tritt er in zusammenhängenden Brocken von Granatfels auf. Der Granatfels ist stellenweise Diopsid- und Epidot-führend und erinnert völlig an die »Skarn«-Gesteine, welche die Kontaktlagerstätten im Kalk begleiten.

Das massenhafte Vorkommen von Granat gibt uns nun eine Andeutung über die Entstehung der Erzlagerstätte. Der Granat kann nicht durch Einwirkung des Quarzporphyrs auf den devonischen Sandstein gebildet sein, beide sind zu arm an Kalk. Die einzige Möglichkeit ist, daß er mitgerissene Bruchstücke aus einer Granat-reichen Schicht des unterliegenden Ludlowkalks darstellt. Der Quarzporphyrgang hätte nach dieser Auffassung zuerst Granat-reiche Ludlowschichten durchbrochen, und dann die Granatbruchstücke in das Niveau des Sandsteins hinaufgerissen. Damit stimmt, das schematische Profil, das die Ludlowschichten zwischen Sandstein und

¹ Vergl. das Profil neben der Übersichtskarte, 1 : 100 000.

Granitit voraussetzt. Es ist nun mehr als wahrscheinlich, daß auch die Erze ursprünglich in dem Ludlowkalk angereichert waren und erst sekundär in das Niveau des Sandsteins verfrachtet wurden. Dafür spricht das typisch Bruchstück-artige Auftreten der Erze im Quarzporphyr, und vor allem eben die ständige Assoziation mit dem Granat. Die hypothetische Kontaktlagerstätte im Ludlowkalk könnte etwa vom Typus Konnerudkollen sein, wobei die Entgasungsspalte, durch welche die Erze zugeführt werden, später als Gangspalte für den Quarzporphyr diene. Zeitlich sind beide Vorgänge vielleicht nicht weit von einander getrennt.

Von genau derselben Art, wie die Lagerstätte von Dalen, sind ein paar kleine Schürfe westlich von Stordammen zwischen Dalen und Konnerudkollen, die sogenannten Damaas-Schürfe. Auch hier finden sich die Erze in einem Quarzporphyrgang, der den devonischen Sandstein durchbricht. Es sind Bleiglanz und hellgrüne Zinkblende, die, ebenso wie die Erze von Dalen, nur im Quarzporphyr auftreten. Ebenso wie dort ist auch hier das Erz von Granat begleitet. Die Zinkblende ist zum Teil in Kieselzinkerz umgewandelt (siehe im mineralogischen Teil unter Kieselzinkerz).

Während das Erz auf diesen Lagerstätten durch den Quarzporphyr sozusagen in »sekundäre« Lagerstätte gebracht ist, finden sich vereinzelt auch kleine primäre Erzvorkommen im Sandstein. So liegt an einem kleinen Diabasgang zwischen Stordammen und Damaas (bei Dölepladsen) ein Schurf auf Eisenglanz und Zinkblende. Die Erze bilden mit eisenreichem Epidot und sehr reichlichem Flußspat eine kleine Spaltenfüllung beiderseits neben dem Diabasgang. Im Sandsteinhornfels findet sich keine Spur von Erz, wir haben hier eine typische Spaltenfüllung. Die Rolle des Diabasganges bei der Zuführung der Erze dürfte, wie auf Konnerudkollen, eine rein passive sein.

Die Ekholt-Gruben, welche auf der Almedalshöide zwei Kilometer östlich von der Oran Grube liegen, zeigen in geologischer Beziehung manche Analogien mit den Lagerstätten von Dalen.

Die Ekholt-Gruben (heute meist unter dem Namen der Gruben auf Almedalshöiden bekannt) liegen in fast horizontalen Schichten des Ludlowkalks. Als Erzbringer tritt ein großer Quarzporphyrgang auf. Es ist ein »gemischter Gang«, wie sie BRÖGGER beschrieben hat. An beiden Seiten des Quarzporphyrs findet sich ein Salband von Diabas. Die Gesamtbreite des SSW.-streichenden Ganges ist etwa 14 Meter. Längs diesem Gang ist das Silur mit Erzen imprägniert, es sind: Eisenglanz, Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Buntkupfererz und Kupferglanz. Flußspat ist in reichlicher Menge vorhanden. Von besonderem Interesse ist die stellenweise

breccienartige Zertrümmerung der Kalkschichten. Die erzführenden Kalkbruchstücke haben meist 2–10 cm. Durchmesser und sind durch Material des Eruptivgangs verkittet.

Wären solche Kalkbruchstücke mit dem Quarzporphyrgang in das Niveau des Sandsteins hinaufgerissen worden, so würde eine Lagerstätte von der Art der Dale-Grube entstanden sein.

Die Zink- und Blei-Lagerstätten der Gegend von Aaserud.

Im Süden grenzt die Sedimentscholle von Konnerud bei Hestmyrbrenna an den Granitit. Zwischen dem devonischen Sandstein und dem Granitit liegt hier die Schichtenfolge des Ludlowkalks, der wie im Norden eine Reihe von Kontaktlagerstätten enthält. Die Schichten fallen hier schwach nach Norden.

Zunächst sei die alte Eisengrube¹ von Aaserud erwähnt. Hier ist der Kalkstein zu Andraditfels (siehe Andradit im mineralogischen Teil) umgewandelt, dem in großen Mengen Eisenglanz eingelagert ist. Flußspat ist recht gewöhnlich, in quantitativer Beziehung ist seine Menge aber unbedeutend.

In den letzten Jahren sind in dieser Gegend eine große Anzahl Vorkommen von Zinkblende (und Bleiglanz) entdeckt worden. Im ganzen finden sich auf der Strecke zwischen Aaserud und dem Flusse Brömsa etwa 40 Schürfe, ein paar sollen noch westlich von Brömsa liegen. Man kann hier zwei Arten von Vorkommen unterscheiden:

1. Zinkblende-Bleiglanz-Imprägnationen im Kalk, an der unmittelbaren Grenze gegen den Granitit.
2. Zinkblende (und Bleiglanz) im Kalk, etwas entfernter von der Granititgrenze längs vertikalen Spalten.

Die Schürfe des ersten Typus zeigen die Erze zusammen mit den gewöhnlichen Kontaktsilikaten Granat, Wollastonit und Vesuvian. An manchen Stellen scheint der Granitit an der Grenze schon erstarrt gewesen zu sein, ehe die pneumatolytischen Prozesse beendet waren, dann findet

¹ Diese Grube wurde bis in die siebziger Jahre getrieben und lieferte Eisenerz für das Eidsfos-Eisenwerk am Ekern. In älteren Arbeiten ist das Vorkommen gewöhnlich als Aaserud-Schurf bezeichnet, wodurch das Vorkommen von der Aaserud-Grube unterschieden wurde. Die Umwohner bezeichnen heutzutage den Aaserud-Schurf als Aaserud-Grube, dagegen die eigentliche Aaserud-Grube als Nikkerud-Grube, nach dem nahen Hofe Nikkerud. Ich benutze hier, wie auch auf der Karte, die neue Benennungsweise.

man fluoritisierte Granitgesteine an der Grenze (vergl. Flußspat im mineralogischen Teil). Stellenweise ist auch Eisenglanz oder Titanit an der unmittelbaren Grenze im Granit angereichert.

Das Haupterz ist eine ganz hellgrüne Zinkblende sowie Bleiglanz. Lokal finden sich Kupferkies und Buntkupfererz. In geringem Abstand von der Granitgrenze, meist nur einige 100 Meter von derselben entfernt, liegen die Vorkommen des zweiten Typus. Die Erze sind auf Spalten in den Kalkstein emporgedrungen und bilden mehr oder weniger mächtige Imprägnationen zu beiden Seiten der Spalte. Wie auf Konnerudkollen sind dieselben Spalten stellenweise auch von empordringenden Eruptivgängen benutzt worden. Die Eruptivgänge erleichtern natürlich das Auffinden und Verfolgen der Gangspalten; es kommen hier sowohl Quarzporphyrgänge als auch Diabase vor. Mitunter findet man bei den Zinkvorkommen im Kalkstein recht mächtige Spaltenfüllungen von Flußspat.

Auch bei den Vorkommen dieses Typus ist der Kalk größtenteils in grünen Granatfels umgewandelt worden. Nicht selten wird die Blende von Quarz begleitet.

Das wichtigste Erz ist auch bei diesen Vorkommen eine ganz helle grüne Zinkblende, ähnlich der von Rien in Sande (siehe auch unter Zinkblende im mineralogischen Teil). Auf manchen Schürfen findet man eine kastanienbraune Blende; relativ untergeordnet tritt an anderen hell wachsgelbe Zinkblende auf. In einigen Schürfen kommt auch Bleiglanz in nicht ganz geringer Menge vor. Die Vorkommen der Aaserudgegend erinnern teils an das Vorkommen von Rien, teils an das von Konnerudkollen¹; wir finden sowohl die direkte Imprägnation des Kalksteins an der Granitgrenze, wie auch die von Spalten ausgehende Imprägnation.

Das Zinkvorkommen von Korsegaard, etwa 4 Kilometer WSW. von Hagatjern, ist vielleicht der Aaserud-Gruppe zuzuzählen. Hier findet sich dunkle Zinkblende im Kalkstein, nahe an der Eruptivgrenze.

Die Kontaktlagerstätten von Eisenerzen in der Gegend von Konnerud.

Im Dach des Granitlakkolithen südlich vom Drammenstal liegen zahlreiche, zum Teil nicht unbedeutende, Vorkommen von Eisenerzen. Ein vollständiges Verzeichnis der Gruben und Schürfe findet sich bei J. H. L. VOGT (»Norske ertsforekomster« I). Die bedeutendsten Vorkommen sind: Die

¹ Auf den Vorkommen von Aaserud ist die Menge des Bleiglanzes und der Kupfererze allerdings *ganz untergeordnet* gegenüber der Zinkblende.

Narverud-Grube (wenige Kilometer westlich von Konnerudkollen am Abhang gegen das Tal von Drammen), die Nikkerud-Gruben und die Aaserud-Grube.

Die Eisengrube von Narverud an der Südseite des Drammenstals.

Diese altbekannte Grube gehört zu den größten Eisenlagerstätten in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets. Ein Profil¹ des Vorkommens ist auf Fig. 15 gegeben. Ueber dem Granitit liegt das Dach des Drammenlakkolithen. Die unterste Schicht der Sedimente bildet ein umgewandelter Kalkstein, jetzt eine Andraditskarnmasse mit eingelagerten Eisenerzen.

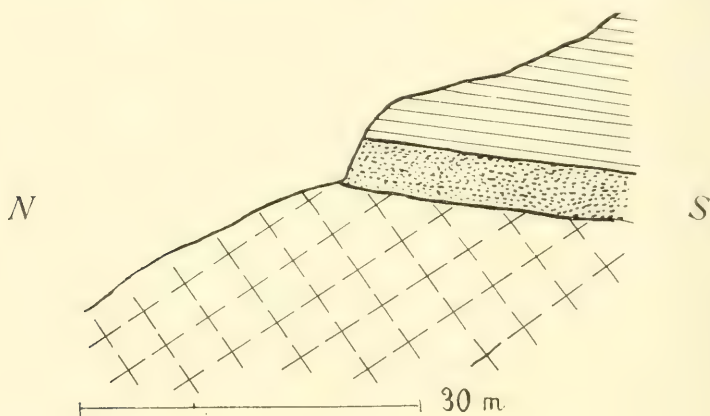


Fig. 15.

Das Magnetitvorkommen von Narverud.

Darüber folgen konkordant zuerst die grünen Plagioklas-Diopsid-Hornfelse der Etage 8 (Wenlockschiefer), sodann die mächtigen Kalksteine der Etage 9.

Das Haupterz von Narverud ist Magnetit, in weit geringerer Menge findet sich Eisenglanz. Das Erz ist mit Sulfiden verunreinigt; es sind dies wesentlich Schwefelkies und Kupferkies, in geringerer Menge Molybdänglanz und Wismutglanz. Angaben über Beschaffenheit und Menge des Erzes finden sich bei VOGT (*»Norges jernmalmforekomster«*, p. 182), vergl. auch unter Magnetit im mineralogischen Teil.

Von diesem Vorkommen stammen, besonders aus älterer Zeit, ausgezeichnete Stufen mit grünen Andraditkrystallen.

Der Granitit ist an der Grenze gegen das Erzvorkommen mit der gewöhnlichen feinkörnigen Grenzfacies entwickelt, endopneumatolytische

¹ Ein Profil dieser Lagerstätte ist schon von J. H. L. Vogt publiziert worden (*»Om dannelse av jernmalmforekomster«*, p. 83).

Erscheinungen sind nicht nachweisbar, nur ganz lokal enthält die Grenzzone des Eruptivs selbst eine größere Menge von Magnetit und Kies. An solchen Stellen pflegt dann der Granit auch reichlich schwarzgrünen Pyroxen samt grünen Biotit zu enthalten. Der Biotit ist derselbe, der auch mit den Erzen in der Skarnmasse auftritt.

Flußspat kommt nur in ganz geringer Menge vor.

Westlich von der Aaserud-Grube liegt an demselben Abhang eine alte Magnetkiesgrube, die sogenannte Henckels-Grube. Ich selbst habe diese Grube nicht besucht, ein Profil ist von Vogt veröffentlicht worden (*»Om dannelse av jernmalforekomster«*, p. 83). Dieses Vorkommen ist, ebenso wie die andern Eisenlagerstätten dieser Gegend, von H. STRÖM beschrieben (*»Physisk-Oekonomisk beskrivelse over Eger-Præstegæld«*, 1784, p. 57).

Die Eisengruben von Nikkerud.

Die Magnetitgruben von Nikkerud liegen in hochmetamorphem Kalkstein der Etage 9 (Ludlowkalk). Nach der Form der abgebauten Räume zu urteilen, hat die Imprägnation längs vertikalen Spalten im Kalkstein stattgefunden. Früher wurde dieses Vorkommen als Aaserud-Grube bezeichnet und ist unter dieser Bezeichnung z. B. von KEILHAU (*»Gaea Norvegica«*) beschrieben worden.

Bemerkenswert ist das Vorkommen von Axinit in einem der umliegenden Schürfe. Zusammen mit dem Magnetit tritt nach vielen alten Angaben auch Kobaltglanz auf. Stellenweise soll die Menge des Kobaltglanzes ziemlich groß gewesen sein, vergl. H. STRÖM, l. c.

Zwischen der Nikkerud-Grube und dem kleinen Fluß Brömsa sieht man ein paar alte Tagebaue, wohl auf Magnetit.

Etwa 2 Kilometer nördlich von den Nikkerud-Gruben liegt an der Ostseite des Teiches Ormetjern eine uralte Eisengrube, die ganz voll Wasser steht. Nach Stücken auf der Halde muß das Erz stark mit Sulfiden verunreinigt sein.

Oestlich von Hagatjern durchbricht der Granititlakkolith die Sedimentplatte in einer kleinen aufragenden Kuppe. Hier liegt unmittelbar an der Eruptivgrenze die alte Eisengrube von Dalemyr. Das Erz kommt im granatführenden Kalk vor, der Magnetit ist stark mit Schwefelkies verunreinigt.

Die Aaserud-Grube, früher als Aaserud-Schurf bezeichnet, ist bereits oben besprochen worden.

Einige kleinere Vorkommen liegen an der Ostgrenze der Sedimentscholle von Konnerud; ich habe diese Vorkommen nicht selbst besucht.

Auch an der Nordseite des Drammenstals ist in alter Zeit an der Grenze des Granitits auf Eisenerze geschürft worden.

Längs der Grenze des Natrongranits zwischen Leitjernfjeld und Hamrefjeld liegen ebenfalls mehrere alte Eisengruben; es sind dies die Vorkommen von Rökeberg, Besseberg, Saasen und Korsegaard. Ich habe diese Vorkommen nicht besucht; da die Gruben seit langer Zeit außer Betrieb sind, waren keine neuen Aufschlüsse zu erwarten.

Vorkommen von Kupferkies an Quarzporphyrgängen bei Hagatjern.

An den Ufern des kleinen Sees Hagatjern sind große, N—S streichende, Quarzporphyrgänge aufgeschlossen, die metamorphe Schichten des Ober-silurs durchsetzen. Die Quarzporphyrgänge sind Ausläufer des darunter liegenden Granitits und können bis zu der Grenze des Tiefengesteins verfolgt werden. Die Kalksteine sind längs diesen Gängen vielfach stark andraditisiert und mit Kupferkies und Schwefelkies imprägniert. Die Sulfide finden sich stellenweise auch in besonderen Kalkspatgangmassen, die längs den Quarzporphyren aufsetzen.

An mehreren Punkten ist hier auf Kupferkies geschürft worden. In Dünnschliffen der Andraditgesteine beobachtet man oft eine reichliche Durchtränkung mit Albit und Epidot. Dünnschliffe der Quarzporphyrgänge selbst zeigen keinerlei pneumatolytische Veränderung.

An mehreren Stellen ist in derselben Gegend längs Diabasgängen geschürft worden. Die Erze sind hier sehr mannigfaltig; Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Molybdänglanz und kobalthaltiger Arsenkies werden von J. H. L. VOGT (»Norske ertsforekomster« II) angegeben.

Das Zinkvorkommen von Glomsrudkollen in Modum.

Das Vorkommen von Zinkblende wird schon von KJERULF erwähnt (»Udsigt over det sydlige Norges geologi«), und zwar unter dem Namen Palager-Schurf.

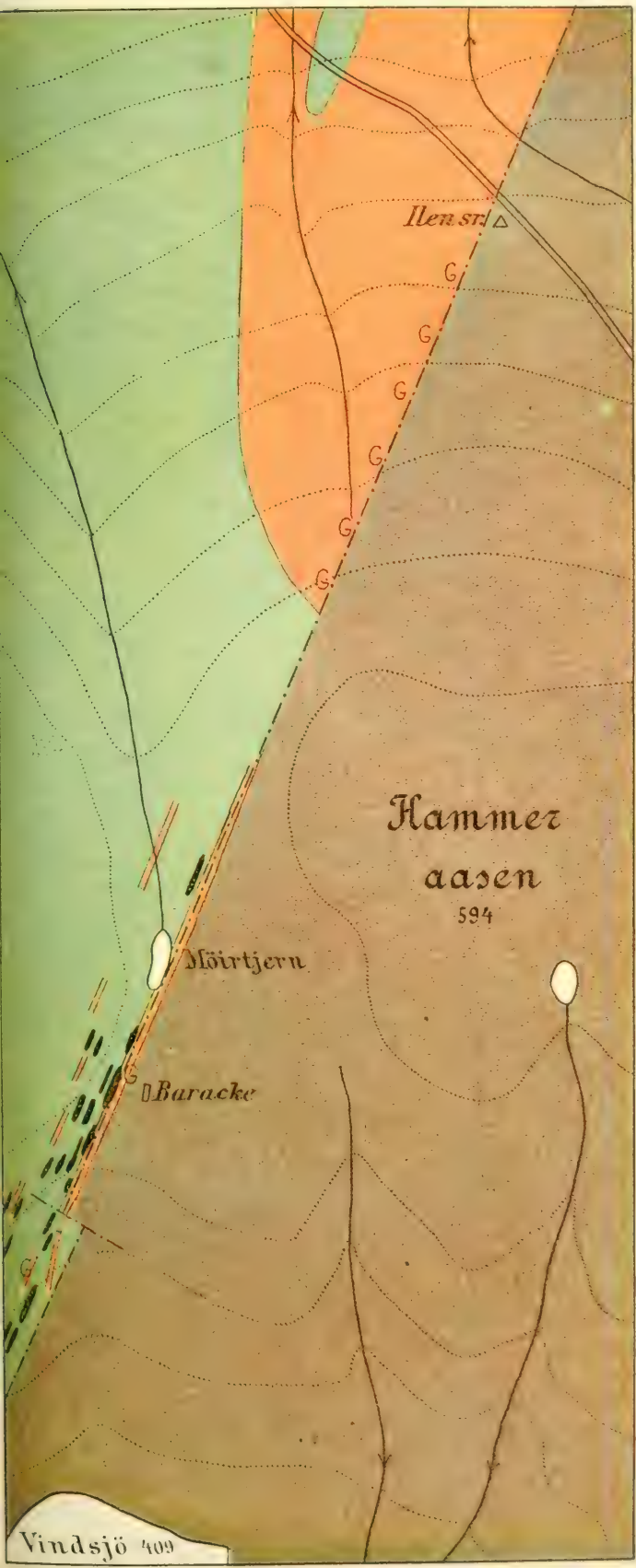
In den letzten Jahren hat man einen größeren Versuchsbetrieb auf Zinkblende vorgenommen, und dadurch wurden viele neue Aufschlüsse von geologischem Interesse geschaffen. Ich habe die Gruben öfters besucht. Herrn Obersteiger J. BRONDER bin ich für seine Führung, zahlreiche Angaben und Ueberlassung von Mineralien zu bestem Dank verpflichtet.






In geologischer Beziehung bieten die Lagerstätten ein relativ einfaches Bild, die Zufuhr der Erze ist an ein System von großen Vertikalverwer-

Geologische Kartenskizze des Zinkvorkommens von Glomsrudkollen.

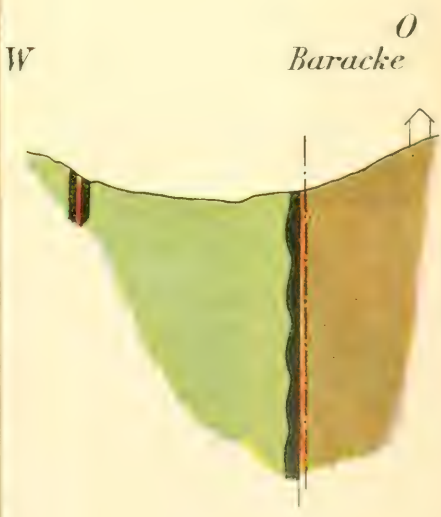
1:12500

1km.



-  Zinkblende
-  Greisen
-  Granitit und Gänge von Quarzporphyr
-  Rhombenporphyr
-  Silur

Schematisches Profil des Vorkommens.



100m

funken geknüpft, die in stark kontaktmetamorphen Gesteinen aufsetzen. Das erzbringende Eruptivgestein ist ebenso, wie bei Konnerud, Aaserud und Rien, der Granitit, in diesem Fall der große Lakkolith, der sich zwischen dem Tal des Drammenselv und dem Liertal erstreckt. Die Zinkvorkommen liegen etwa 3—4 Kilometer westlich von dem See Glitrevand, vergl. die Uebersichtskarte von BRÖGGER (Zeitschr. f. Kryst. 16, 1890, p. 97 und Eruptivgest. II, p. 125). In der Gegend von Glomsrudkollen ist die Erosion erst an wenigen Stellen durch das Lakkolithendach gedungen, aber die intensive Kontaktmetamorphose der Gesteine deutet darauf, daß der Granitit nicht tief darunter liegt.

Etwas nördlich von den Zinkvorkommen, bei Ilen Sæter, ist die Oberfläche des Granititlakkolithen aufgeschlossen (vergl. die farbige Kartenskizze). Das Gestein zeigt sich hier deutlich als Grenzfacies mit Quarzporphyr-Habitus, wie schon von BRÖGGER erwähnt ist (Z. K. 16, p. 76). Von Ilen Sæter bis zu den Zinkvorkommen von Glomsrudkollen dürfte die Oberfläche des Lakkolithen sich allmählich senken.

Das Dach der Granititmasse besteht hier aus zwei ganz heterogenen Teilen, im Westen aus silurischen Sedimenten, im Osten aus einer Rhombenporphyrdecke. Beide sind durch eine große Verwerfungsspalte getrennt, die sich über mehrere Kilometer fast geradlinig verfolgen läßt. Sowohl die Silurschichten wie auch der Rhombenporphyr sind stark kontaktmetamorphosiert; längs den großen Vertikalverwerfungen ist die Kontaktmetamorphose am intensivsten.

Die Hauptverwerfung enthält in ihrer ganzen Länge einen Gang von Quarzporphyr. Bei Ilen Sæter geht der Gang in die Oberfläche des Lakkolithen über. Ungefähr parallel mit diesem Gange streichen einige andere Quarzporphyrgänge, die wohl Parallelverwerfungen repräsentieren. Der Quarzporphyr zeigt zum Teil ganz normale Beschaffenheit, an manchen Stellen ist er dagegen stark pneumatolytisch verändert. Aus dem normalen Alkalifeldspat-Quarz-Gestein ist ein *Greisen* entstanden, der fast nur aus Muskovit und Quarz besteht; dieselbe Umwandlung ist von BRÖGGER bei Glitrevand beobachtet (Z. K. 16, p. 76). Der Greisen enthält noch unveränderten Titanit und Zirkon aus dem ursprünglichen Quarzporphyr. Zinnstein scheint vorzukommen, ließ sich aber nicht sicher nachweisen. Charakteristisch für den Greisen von Glomsrudkollen (und Glitrevand) ist Schwefelkies, der in allseitig begrenzten Krystallen sehr reichlich vorhanden ist. In einigen Schürfen enthält der Greisen massenhaft Eisenglanz. Auch in dem nicht zu Greisen umgewandelten Quarzporphyr von Glomsrudkollen kommt stellenweise viel Schwefelkies vor. Dieser ist nicht

etwa sekundär längs Klüften eingewandert, sondern ist in gut begrenzten Krystallen durch das ganze Gestein verteilt.

Die Greisenbildung findet sich nicht nur in den Quarzporphyrgängen der Verwerfungsspalten, sondern auch an der Oberfläche des Lakkolithen (bei Ilen Sæter).

Ein breiter Diabasgang, der nahe bei dem Hauptvorkommen die Silurschichten durchsetzt, zeigt keinerlei Beziehung zu den Zinkblendevorkommen, er folgt ungefähr der großen Verwerfungsspalte.

Die Richtung der Verwerfungen ist NNO.—SSW.¹ Die gesamte Sprunghöhe ist sehr groß, da man östlich von den Zinkvorkommen die Decken des Rhombenporphyrs trifft, während man nicht weit davon im Westen die Schichten des cambrischen Diktyonemaschiefers (Etagé 2 e) in derselben Höhenlage findet. Zwischen dem Diktyonemaschiefer und dem Rhombenporphyr muß die etwa 1000 Meter mächtige Schichtenmasse von Silur und »Old red« gelegen haben, wozu noch die gewiß große Dicke der Essexitlaven kommt. Da die Mächtigkeit der Deckengesteine im Kristiania-gebiet nach Professor BRÖGGER eine sehr bedeutende ist, läßt sich schwer eine genaue obere Grenze für die Sprunghöhe der Verwerfung feststellen. Als äußerste Grenzen nach oben und unten können die Zahlen 1000—2000 Meter genommen werden.

Diese große Verwerfung zerteilt sich in mehrere Parallelspalten; kommt man von Westen zu den Zinklagerstätten, so trifft man immer jüngere silurische Schichten, bis man östlich von der Hauptverwerfung den Rhombenporphyr erreicht. Die Schichten, die dem Rhombenporphyr zunächst liegen, dürften größtenteils bereits dem Obersilur angehören. Diese Schichten sind früher zu Kalk gebrannt worden, wie ein kleiner Kalkofen im Walde, westlich von den Gruben, zeigt.

Längs den Verwerfungsspalten sind die Silurschichten mit Zinkblende imprägniert worden, und zwar ist diese Imprägnation ausschließlich an die (kalkreichen) Silurschichten gebunden; in dem angrenzenden Rhombenporphyr findet sich keine Spur von Zinkblende. Der Rhombenporphyr läßt zwar auch starke Kontaktmetamorphose erkennen, er ist reich an Epidot; aber er enthält keine Spur von Zinkblende.

Daß nur die Kalkschichten mit Erz imprägniert worden sind, ist ein Beweis für die kontakt-*metasomatische* Genesis der Lagerstätten.

Gleichzeitig mit den Erzen wurde Flußspat in reichlicher Menge gebildet, der Kalkstein ist größtenteils in Dipyr-Marmor umgewandelt; dies zeigt, daß Halogenverbindungen an der Erzzufuhr beteiligt waren.

¹ Außerdem finden sich Querverwerfungen senkrecht auf diese Richtung.

Längs den Verwerfungsspalten ist der Kalkstein vielfach in körnigen grünen Granatfels umgewandelt. Von dem grünen Granat dieser Lagerstätten habe ich keine Analyse, nach der Analogie mit allen anderen Vorkommen im Kristianiagebiet handelt es sich unzweifelhaft um Andradit. In viel geringerer Menge kommt lokal auch Grossular vor (brauner Grossular im Epidotgang des Hauptvorkommens, farbloser in Schürfen nahe dem Vindsjö). Von weiteren Silikaten, die in dem grünen Granatfels auftreten, mögen Pyroxen, Amphibol, Epidot und Albit erwähnt werden. Titanit kommt nur untergeordnet vor, als Seltenheit findet sich Epidot-Orthit (in einem Schurf oberhalb des Kalkofens). Die Zinkblende füllt im Granatfels Zwischenräume zwischen den idiomorphen Granatkrystallen und hat gewiß den Kalkspat verdrängt, der sonst auf diese Weise auftritt. Im Hauptvorkommen tritt die Zinkblende fast ohne Beimischung von Silikaten in einer steilstehenden Platte auf, welche der Verwerfungsspalte folgt. Streng genommen ist diese Zinkblendeplatte nicht zusammenhängend, sondern besteht aus einer Reihe steilstehender Linsen, die dem Streichen der Verwerfungsspalte folgen. Die einzelnen Linsen sind durch Streifen von Zinkblende mit einander verbunden.

Im Gegensatz zu den meisten Vorkommen der Konnerud-Gruben ist die Zinkblende von Glomsrudkollen dunkel gefärbt und stark eisenhaltig (vergl. unter Zinkblende im mineralogischen Teil). Bleiglanz fehlt so gut wie vollständig, dagegen kommt ein wenig Kupferkies vor, dessen Menge in der Tiefe etwas zunehmen soll. Magnetkies und Schwefelkies kommen ziemlich reichlich vor; von oxydischen Eisenerzen ist Magnetit recht reichlich vorhanden, Eisenglanz kommt lokal in dicken Tafeln vor. In geringen Spuren findet sich Wismut, meist als Wismutglanz, sehr selten als gediegenes Wismut, das wohl aus Wismutglanz sekundär entstanden ist (vergl. weiter unten das Wismutvorkommen von Kjenner). Ganz selten kommt Rotzinkerz vor (nur im Dünnschliff beobachtet); als Verwitterungsprodukte der Zinkblende sieht man Zinkspat und Greenockit.

Auf grobkörnigen Kalkspatgängen kommt grüner Epidot vor, der besonders in einem Gang des Hauptvorkommens massenhaft in hübschen Krystallen auftritt (siehe Epidot im mineralogischen Teil). Roter Helvin findet sich in den Zinkblende-Linsen des Hauptvorkommens, er ist jünger als die Zinkblende.

Ein schematisches Profil des Hauptvorkommens (bei der Baracke) ist neben der farbigen Kartenskizze gegeben. Die Quarzporphyrgänge werden gegen die Tiefe immer grobkörniger und durchsetzen den Granatfels mit zahlreichen Apophysen.

Besonders deutlich sieht man dies bei dem Gesenke nördlich von dem Teiche Mörtjern. Auf diese Weise entstehen Gesteinsmassen, die an der Grenze zwischen »Granatfels mit Granititapophysen« und »Granitit mit Einschlüssen von Granatfels« stehn. Hier beobachtet man oft, daß große Spaltungsrhomboëder von Kalkspat in der granitischen Quarz-Feldspat-Masse eingeschlossen sind. Daß der Kalkspat nicht vollständig zu Silikaten umgewandelt wurde, deutet auf einen hohen Partialdruck der Kohlensäure.

Auf der Kartenskizze sind die einzelnen Vorkommen von Zinkblende eingetragen, man sieht deutlich, wie dieselben den Verwerfungsspalten folgen. Die genaue Angabe der einzelnen Vorkommen verdanke ich Herrn Obersteiger BRONDER. Etwas nördlich von Mörtjern liegen einige ganz alte Tagebaue auf Magnetit. Zusammen mit dem Magnetit kommen Schwefelkies, Kupferkies und Zinkblende vor.

Die Zinkvorkommen zeigen in ihrer Bildungsweise viele Analogien mit Konnerudkollen, an beiden Orten sind kalkreiche Schichten im Lakkolithendach längs Vertikalverwerfungen mit Zinkblende imprägniert worden. Auch hier mögen die magmatischen Gase aus dem Granitit durch die Verwerfungsspalten entwichen sein, wobei eben die Zinklagerstätten entstanden sind. Daß die pneumatolytische Kontaktmetamorphose von den Verwerfungsspalten ausging, zeigt sich auch darin, daß die Quarzporphyrgänge vielfach zu Greisen umgewandelt sind (siehe oben).

Nördlich von Glomsrudkollen liegen längs der Grenze des Granititgebiets einige Gebiete interessanter Kontaktmetamorphose.

Etwa 4 Kilometer nördlich von Glomsrudkollen ist ein Gebiet ober-silurischen Kalksteins zu Marmor umgewandelt. Der Marmor enthält die gewöhnlichen Kontaktsilikate.

Gegenüber dem Flecken Vikersund liegt die Kontaktzone von Valsknatten, wo untersilurische Schichten an den Granitit grenzen (auch ältere Eruptivgesteine der Akeritgruppe treten hier auf). Ich habe besonders die Umwandlung der Kalkknollen in den Silurschichten studiert. Außer der normalen Kontaktmetamorphose scheint stellenweise auch pneumatolytische Metamorphose vorzukommen, es soll hier ebenfalls auf Zinkblende geschürft worden sein. Dipyrit ist ein sehr gewöhnliches Mineral in den umgewandelten Kalkknollen.

An der unmittelbaren Grenze des Granitits ist keine Spur einer Einschmelzung wahrnehmbar. An ganz kleinen isolierten Silurschollen hat vielleicht eine Einschmelzung stattgefunden; ich fand eine solche Scholle etwa einen Kilometer von der Grenze entfernt. Um die Scholle zeigte der Granitit eine mikropegmatitische Verwachsung von Quarz mit ziemlich

kalkreichem Plagioklas (etwa 25—32 % An). Ich habe dies schon früher veröffentlicht¹, seitdem habe ich keine weiteren Beispiele einer Einschmelzung auffinden können. Dies zeigt, daß Einschmelzungen keineswegs zu den gewöhnlichen Kontakterscheinungen im Kristianiagebiet gehören.

Hörtekollen.

Die Kontaktzone am Berge Hörtekollen gehört zu den klassischen Stätten der Geologie. Schon LEOPOLD v. BUCH gab 1810 eine anschauliche Schilderung dieses Kontaktgebiets (»Reise durch Norwegen und Lappland«, Bd. I, p. 118). Er hat schon erkannt, daß die Grenze zwischen

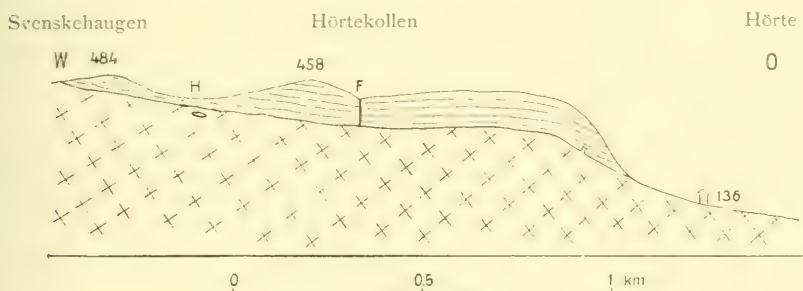


Fig. 16.

Profil von Hörtekollen und Svenskehaugen. H. Helvinvorkommen. F. Flußspatgang.

Granitit und Hornfels derartig verläuft, »als wäre der Granit nur ein Lager im Tonschiefer«. Treffender kann die lakkolithische Intrusion der Tiefengesteine, die erst so viel später erkannt wurde, nicht charakterisiert werden. Später ist Hörtekollen vielfach erwähnt worden, so von H. C. STRÖM, KEILHAU, KJERULF und VOGT. Die erste ausführliche Beschreibung verdanken wir BRÖGGER (Z. K. 16, p. 73 und Eruptivgest. II, p. 127).

Im Auftrag des Herrn Prof. BRÖGGER untersuchte ich im Sommer 1906 den genauen Verlauf der Granitgrenze; seitdem habe ich sehr oft (in den Sommern 1908, 1909 und 1910) diese Kontaktzone besucht, um mineralogisches Material zu sammeln.

Auf Fig. 16 ist ein Profil durch Hörtekollen und die angrenzende Höhe Svenskehaugen gegeben. Die Grenze verläuft größtenteils parallel den Silurschichten, seltener werden die Schichten von Granitit durchschnitten, wie es schon BRÖGGER beschrieben hat. Große Apophysen des Granitits setzen in das sedimentäre Dach des Lakkolithen auf.

¹ Centralbl. f. Min. u. s. w., 1909, p. 408.

Die Schiefer der silurischen Etage 4, die dem Lakkolithen aufliegen, sind ungemein stark metamorphosiert worden, und zwar wechseln, wie schon BRÖGGER beschrieben hat, Schichten von dunkeln Tonschieferhornfelsen mit solchen von hellen Kalksilikathornfelsen. Erstere gehören, soweit ich sie untersucht habe, zur Klasse 7, es sind Biotit-führende Plagioklas-Diopsid-Hornfelse. Die Kalksilikathornfelse gehören meist zu den Klassen 8 oder 9, enthalten also Granat. Die Kalkknollen, die dem Schiefer reihenweise eingelagert sind, haben das Material zu Kalksilikatfelsen mit Vesuvian geliefert. Die Vesuvian-reichen Gesteine sind längs der ganzen Grenze in losen angewitterten Blöcken verbreitet, anstehend sind sie am Gipfel von Svenskehaugen besonders leicht zugänglich. Daß den Kalkknollen Kieselsäure zugeführt worden ist (aus dem Granitit oder dem angrenzenden Schiefer), erscheint wenig wahrscheinlich. KJERULFS Analyse einer Kalkknolle im unveränderten Tonschiefer der Etage 4 ergab die Zusammensetzung eines sehr unreinen mergeligen Kalksteins (»Christiania Silurbecken«, p. 39). Ausser Grossular und Vesuvian enthalten die Kalkknollen oft noch Epidot und dunkelgrünen Amphibol. Selten finden sich kleine Mengen von Kupferkies, Magnetit und Flußspat, letztere drei Mineralien sind sicher unter Substanzzufuhr gebildet. Auch in den teilweise pegmatitischen Granititapophysen deuten kleine Fluoritkörner auf pneumatolytische Prozesse, wie schon BRÖGGER beobachtet hat (Z. K. 16, p. 74).

Im wesentlichen ist aber die pneumatolytische Wirksamkeit auf zwei Stellen beschränkt. Dies sind der Flußspatgang und das Helvinvorkommen. Beide sollen hier näher beschrieben werden.

Der Flußspatgang, auf dem Profil mit *F* bezeichnet, bildet die Ausfüllung einer etwa zwei Meter breiten senkrechten Spalte, die das Lakkolithendach durchsetzt. Dieser Gang ist am Ausstreichen längs dem steilen Abhang über etwa 80 Meter verfolgt worden. Allerdings besteht keineswegs die ganze Gangbreite aus Fluorit, man kann deutlich mehrere parallelverlaufende Einzelspalten unterscheiden, deren Zwischenräume mit Hornfelsbrocken erfüllt sind. Dies ist besonders im unteren Teil des Ganges deutlich zu sehen. Parallel mit den Fluoritstreifen verlaufen Fluorit-führende Quarzstreifen in derselben Gangspalte. In dem mittleren Teil der vertikalen Gangspalte, zeigen die reinen Flußspatmassen, die sonst nur einige Decimeter breit sind, linsenförmige Erweiterungen bis zu 1,5 Meter Dicke. Weiter oben wird fast die ganze Gangmächtigkeit von einem breiten Diabasgang erfüllt, der auch in den tieferen Teilen der Gangspalte stellenweise aufgeschlossen ist.

Als Einschlüsse im Flußspat findet man Brocken von Kalkspat. Dieselben gehören anscheinend zu einer Kalkspatmasse, die älter ist als der Fluorit; denn im Dünnschliff sieht man, wie der Flußspat von allen Seiten in den Kalkspat eindringt.

Der Diabasgang erweist sich unter dem Mikroskop als hochgradig kontaktmetamorph, er ist als Diabashornfels zu bezeichnen. Die stärkste Kontaktmetamorphose zeigen die scharfkantigen Hornfelsbruchstücke im Flußspatgang. Sie sind zu einer weichen hellgrünen Masse umgewandelt, die an der Luft erhärtet. Im Dünnschliff erkennt man ein äußerst dichtes Aggregat kleiner Schüppchen (Kaolin). Diese Umwandlung ist wohl auf die Pneumatolyse zurückzuführen.

Leider ist die unmittelbare Grenze zwischen dem Granitit und dem Fluoritgang durch heruntergefallene Blöcke überdeckt; es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß die Bildung des Flußspats zeitlich mit der Intrusion des Granitits verknüpft ist.

Die Fluor-haltigen Exhalationen des Granitits haben ihren Weg durch eine Spalte im Lakkolithendach genommen, der umgewandelte Diabasgang ist älter als der Granitit. Wahrscheinlich ist die Spalte vor der Fluoritbildung teilweise durch Kalkspat erfüllt gewesen, darauf deuten die korrodierten Kalkspatbrocken im Fluorit. Es wäre nicht undenkbar, daß der Flußspat durch Einwirkung von Fluorsilicium auf Kalkspat entstanden ist, wobei Flußspat, Quarz und Kohlensäure gebildet wurden. Der Quarz ist ungemein reich an Einschlüssen von Flüssigkeit mit Gaslibelle.

Man hatte die Absicht, das Vorkommen auf Flußspat abzubauen; die vorhandene Menge erwies sich aber als zu gering.

Das Helvinvorkommen ist an eine kleine isolierte Silurscholle im Granitit zwischen Hörtekollen und Svenskehaugen geknüpft. Das Vorkommen wurde schon 1815 von H. C. STRÖM entdeckt (siehe im mineralogischen Teil unter Helvin). Die isolierte Scholle, die vielleicht 20 Meter lang ist, muß dem darüber liegenden Teil des Lakkolithendachs entstammen, der ebenfalls kalkreiche Gesteine enthält. In der Silurscholle liegt eine ganz kleine Eisengrube; der Helvin ist nämlich zusammen mit Magnetit angereichert worden. Auch blauer Fluorit findet sich in großer Menge; er deutet auf pneumatolytische Entstehung des Vorkommens hin. Im ganzen sind folgende Mineralien in der Silurscholle beobachtet worden: Flußspat, Molybdänglanz, Zinkblende, Magnetit, Quarz, Feldspate, Wollastonit, Pyroxen, Amphibol, Granat, Helvin, Turmalin, Epidot, Orthit, Biotit, Apatit, Calcit.

Das Vorkommen erinnert in vieler Beziehung an die mineralreiche Kalksilikatscholle im Tal von Aarvold; auch hier sind die zugeführten Sub-

stanzen wahrscheinlich durch den kohlensauren Kalk der Silurscholle metasomatisch angereichert worden.

Auch nördlich von Hörtekollen-Svenskehaugen finden sich an mehreren Stellen pneumatolytische Mineralvorkommen. Folgt man von Svenskehaugen der Silurgrenze nach NW., so trifft man an mehreren Stellen geringfügige Ansammlungen von Zinkblende in kalkreichen Schichten, noch etwas weiter NW. finden sich auf dem Grubeaas ein paar alte Schürfe auf Eisenglanz.

Noch weiter nördlich in demselben Gebiet soll auf dunkle Zinkblende, ähnlich der von Glomsrudkollen, geschürft worden sein.

Südlich von Hörtekollen liegt an der Westseite des Liertals ein größeres zusammenhängendes Silurgebiet auf dem Granitit, es ist die Obersilurmulde von Sjaastad. Die Tektonik des Gebiets ist an BRÖGGERS Profil in Eruptivgest. II, p. 126 ersichtlich. Ich habe dieses Gebiet ganz flüchtig besucht, es finden sich die gewöhnlichen Kontaktprodukte kalkreicher Schichten. In der allerletzten Zeit soll in kalkreichen Schichten auf Bleiglanz geschürft worden sein.

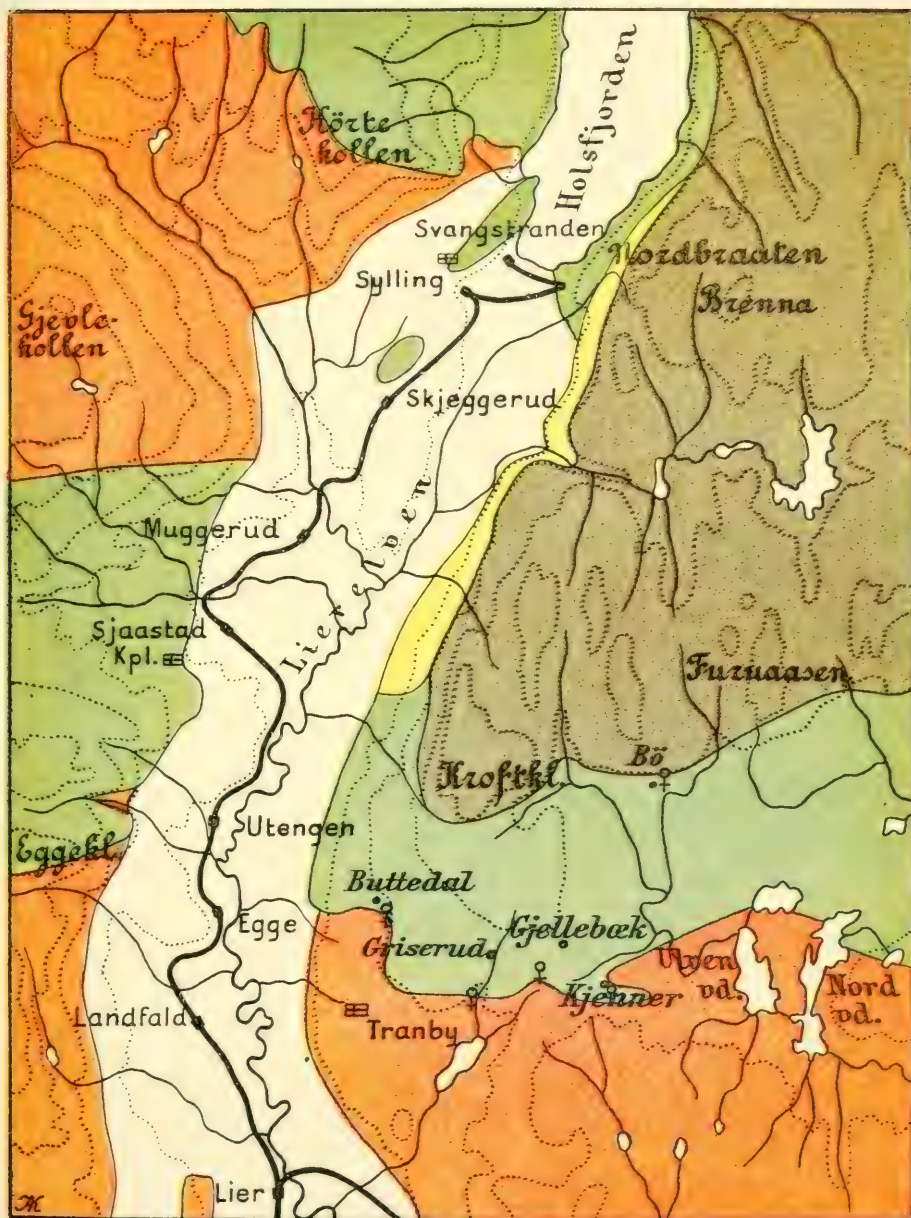
Das Gebiet von Gjellebæk.

Die Gegend von Gjellebæk ist schon lange für ihre ausgezeichneten Kontakterscheinungen bekannt. Seit dem Anfang des neunzehnten Jahrhunderts ist sie von zahlreichen Geologen untersucht worden. Wohl die erste eingehende Beschreibung (1811) lieferte L. HAUSMANN (»Reise durch Skandinavien«, Bd. I, p. 325). Er besuchte die Marmorbrüche im umgewandelten oversilurischen Kalkstein und schreibt u. a. darüber: »Hier, mitten im Uebergangsgebirge, einen krystallinisch körnigen Kalkstein zu erblicken, ist sehr überraschend«. In demselben Sinne äußerte sich L. v. BUCH, der die Vorkommen ungefähr zu derselben Zeit besucht hat, er »möchte ihn aus dem Glimmerschiefer oder aus dem Gneuß glauben. So täuschend ist er den weißen Marmorlagern in diesen Gebirgsarten ähnlich«.

KEILHAU hat die Vorkommen von Gjellebæk wiederholt beschrieben. Ausser den auf p. 5 aufgezählten Arbeiten seien noch folgende erwähnt, in denen ebenfalls Kontakterscheinungen von Gjellebæk besprochen sind: »Darstellung der Uebergangsformation Norwegens«, Leipzig 1826 und »On the Mode of Formation of Crystalline Limestone«, Edinburgh (New Philos. Journ. 1844). Später werden die Vorkommen von C. F. NAUMANN, L. HISINGER, G. v. HELMERSEN, TH. SCHEERER und G. v. RATH beschrieben

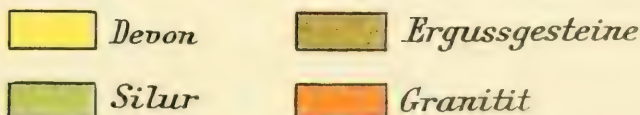
Die Kontaktgebiete am Granitit zu beiden Seiten des Tals von Lier.

(Im wesentlichen nach Kjerulfs geologischer Rektangelkarte)



1:100 000

0 1 2 3 4 5 km.



(siehe p. 6, 7 u. 8). Bei J. H. L. VOGT findet sich eine Aufzählung der Erzlagerstätten dieser Gegend (»Norske ertsforekomster I«, und »Om dannelse av jernmalmsforekomster«). Vor kurzem ist der manganhaltige Wollastonit dieser Gegend wieder von TH. VOGT erwähnt worden (Norges Geol. Unders. Aarb. 1909, No. 6, p. 31).

Die silurischen Sedimente von Gjellebæk gehören zum Dach einer lakkolithischen Granitmasse, die nach Süden mit dem Granitit von Røken zusammenhängt, im Westen wahrscheinlich mit dem Granitit von Drammen und Hørtekollen. In den Hauptzügen sind die geologischen Verhältnisse von BRÜGGER geschildert worden (Z. K. 16, p. 76).

Die Silurschichten bilden an den meisten Stellen nur eine dünne Schale über der Oberfläche des Granitits. Es sind obersilurische Schichten, unter denen kalkreiche Sedimente vorherrschen. Die stratigraphische Stellung ist noch nicht genau festgestellt, sie ist wegen der ungemein starken Kontaktmetamorphose schwer zu bestimmen. Es kämen die silurischen Etagen 7—9 in Betracht (oberes Llandovery bis Ludlow).

Auf der farbigen Uebersichtskarte des Gebiets sind die silurischen Schichten mit einer einzigen Farbe eingetragen; es sind teils umgewandelte Kalksteine, teils Kontaktprodukte kalkreicher Mergel. Die reinen Kalksteine sind zu weißem grobkristallinischen Marmor umgewandelt, dieser wird schon seit langer Zeit in großen Steinbrüchen gewonnen. Die Anwendung zu Bauzwecken ist wegen der geringen Wetterbeständigkeit aufgegeben; dagegen benutzt ihn jetzt die chemische Industrie, da er nahezu völlig reines Calciumcarbonat darstellt. Eine Analyse von DAHL, die unter SCHEERERS Leitung ausgeführt ist (Nyt Mag. f. Naturv. 5, 1848, p. 302), ergab:

| | | |
|-----------------|-----------|-------|
| CO ₂ | | 43,47 |
| CaO | | 55,48 |
| MgO | | 0,54 |
| FeO | | 0,01 |

99,50

Die Mergelschichten sind teils in Grossularfels umgewandelt, teils in Kalksilikathornfelse vom Typus des »Sphenoklas« (Grossular-Diopsid-Hornfelse, Klasse 9). Die umgewandelten Sedimente fallen mit meist recht schwacher Neigung nach Norden.

Die Grenze des Granitits läßt sich vom Abhang des Liertals aus bequem verfolgen, an manchen Stellen grenzen die Kontaktprodukte der reinen Kalkschichten direkt an den Granitit, an andern Stellen bilden die Mergelhornfelse die unterste Schicht des Lakkolithendachs. Kleine isolierte

Silurschollen begleiten die Grenze. Der Granitit zeigt an der Grenze gern eine granophyrische Entwicklung.

Längs der südlichen Grenze des Silurgebiets liegt eine Reihe alter Gruben, von denen Buttedal, Auvi und Kjenner die wichtigsten sind. Hier treten folgende Erze auf: Magnetit, Kupferkies, Wismutglanz, Bleiglanz, Zinkblende. Die Gruben wurden in früherer Zeit auf Magnetit und Kupferkies getrieben, in den letzten Jahren war ein ganz kurzer Versuchsbetrieb (nach Kupferkies) auf der Buttedal-Grube im Gang. Die Kjenner-Grube, die besonders reich an Wismutglanz ist, wird jetzt ausschließlich auf dieses Erz abgebaut.

Die Lagerstätten von Auvi, Buttedal, und mehrere dazwischen liegende Vorkommen zeigen in geologischer Beziehung einen sehr einfachen Bau, der sich etwa mit der Narverud-Grube bei Drammen (siehe oben Fig. 15) vergleichen läßt. An der Grenze von Marmor und Granitit sind plattenförmige Massen von Andraditfels gebildet, die Magnetit und sulfidische Erze enthalten. Die Erzanreicherungen finden sich vorzugsweise an solchen Stellen des Lakkolithendachs, die von kleinen Vertikalverwerfungen durchsetzt sind. Gewöhnlich findet man im Granitit unterhalb der Kontaktlagerstätten losgebrochene Bruchstücke der erzführenden Andraditmasse.

Die pneumatolytische Kontaktmetamorphose ist aber nicht auf die unmittelbare Grenzschicht beschränkt; längs Verwerfungsspalten konnten die aus dem Magma zugeführten Substanzen recht weit in das Lakkolithendach hinaufdringen. Am schönsten sieht man das in den Marmorbrüchen, die zu beiden Seiten der alten Landstraße Kristiania-Drammen liegen. Gewöhnlich ist der oversilurische Kalkstein hier in ganz reinen weißen Marmor umgewandelt, in dem man kaum Spuren von Silikatkörnern findet. Anders ist es an Stellen, wo vertikale Spalten eine Verbindung mit dem unterliegenden Granitit herstellten. Dies sieht man wohl am schönsten in einem kleinen Steinbruch südlich der Straße nahe dem Hofe Griserud (dieses Vorkommen wird schon in den alten Beschreibungen von Gjellebæk erwähnt). Hier fällt der Marmor etwa 30° nach Norden, er wird von einer fast vertikalen Spalte mit dem Streichen O.—W. durchsetzt, vergl. Fig. 17.

Die Spalte ist von einer zusammenhängenden Platte von schwarzgrünem Andradit erfüllt, die längs der Nordwand des Steinbruchs verläuft (siehe unter Andradit im mineralogischen Teil). Die Andraditplatte fällt etwa 70° nach Süden, sie kann etwa 10 Meter im Streichen verfolgt werden. An einer Stelle entsendet die Andraditplatte eine kurze Apophyse in das Nebengestein. Kleine Granatkrystalle finden sich zu beiden Seiten der Andraditplatte im angrenzenden Marmor, vor allem ist aber der Kalk

beiderseits der Andraditmasse mit hellbraunen (manganhaltigen) Wollastonitbüscheln und Quarzkörnern erfüllt. Im Dünnschliff findet man daneben noch diopsidischen Pyroxen.

Längs der Spalte ist dem Marmor offenbar Eisen¹ und Kieselsäure (sowie Mangan) zugeführt worden, das heißt, es haben dieselben Prozesse stattgefunden, die sonst an der unmittelbaren Grenze von Eruptiv und Kalk zur Andraditbildung führen. Daß die Andraditisierung des Kalksteins auch von schmalen Spalten ausgehn kann, deutet auf pneumatolytischen

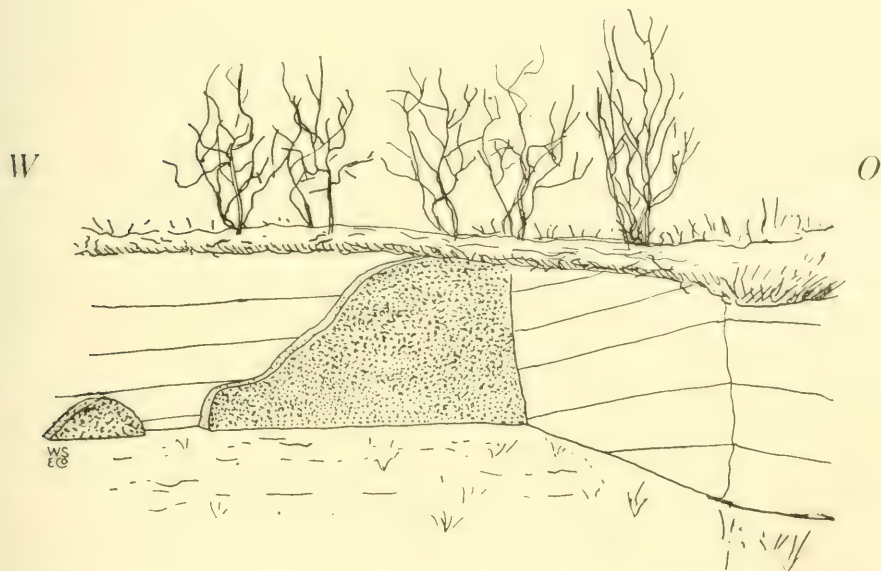


Fig. 17.

Gangförmige Andraditmasse im Marmor von Griserud bei Gjellebæk.

Charakter des Vorgangs. Wahrscheinlich sind dabei die betreffenden flüchtigen Halogenverbindungen vom Kalkstein metasomatisch angereichert worden (vergl. im petrographischen Teil unter pneumatolytischen Kontaktgesteinen). Daß es dieselben Prozesse sind, durch welche die Erzlagerstätten in den Kontaktzonen entstehen, zeigt sich auch hier, indem der Kalk, sowie der Wollastonit, mit Körnern von hellgelber Zinkblende erfüllt sind. Daß Halogenverbindungen an der Pneumatolyse beteiligt waren, ergibt sich aus L. v. Buchs Beobachtungen, der in einem der Marmorbrüche von Gjellebæk den dunkeln Granat von violblaue Flußspat begleitet fand. Die Entdeckungsgeschichte des manganhaltigen Wollastonits

¹ Vergl. oben den geringen Eisengehalt des reinen Marmors.

von diesem Fundort, die 100 Jahre zurückreicht, ist im mineralogischen Teil beschrieben.

Geht man von diesem Marmorbruch nach Süden, so trifft man eine plattenförmige Andraditmasse, die sich zwischen den Marmor und den Granitit einschiebt.

An manchen Stellen ist der Marmor bei Gjellebæk von Epidotadern durchsetzt.

An der Grenze zwischen dem Silurgebiet von Gjellebæk und den Rhombenporphyrdecken nördlich davon verläuft eine bedeutende Vertikalverwerfung. Eine alte Bleiglanz-Grube, die Bö-Grube, liegt gerade an der Verwerfungslinie. Ich habe das Vorkommen nicht selbst besucht; ein Handstück, das mir von Herrn Stud. min. CARSTENS gebracht wurde, zeigt, daß der Bleiglanz im Kalkstein vorkommt.

Oestlich vom Hofe Gjellebæk an der neuen Landstraße Kristiania-Drammen liegen ausgezeichnete Profile durch umgewandelte Mergelschichten. Es sind teils Hornfelse der Klasse 9 (Grossular-Diopsid-Hornfelse), teils fast reine Grossularfelse. Diese Mergelhornfelse sind von sehr heller, oft gelblichweißer Farbe. Aus diesen Schichten dürfte wohl v. KOBELLS »Sphenoklas« stammen (siehe diesen im mineralogischen Teil). Stellenweise ist der Mergelhornfels von Epidositadern durchsetzt, so z. B. halbwegs zwischen Gjellebæk und dem Ulven-Vand. Nördlich vom Hofe Kjenner liegt an der Nordwestseite der Landstraße im Mergelhornfels ein Vorkommen von merkwürdigen Pseudomorphosen. Dieselben wurden zuerst von Herrn Prof. BRÖGGER beobachtet, in ihrer äußeren Form erinnern sie an Wollastonit. Die mehrere Centimeter langen Pseudomorphosen, die teils aus Quarz, teils aus einem Zeolithen bestehn, sind im mineralogischen Teil (Anhang zum Wollastonit) beschrieben.

Die Wismutgrube von Kjenner.

Unter den Kontaktlagerstätten der Gjellebæk-Gegend verdient die Wismutgrube¹ von Kjenner eine nähere Beschreibung. Das Vorkommen liegt südlich von der Landstraße, bei dem Hofe Kjenner.

Der Wismutglanz kommt im Granatfels, sehr nahe der Granititgrenze, vor. Der Granatfels ist größtenteils aus reinen Andraditkrystallen zusammengesetzt (siehe im mineralogischen Teil), daneben muß auch umgewandelter Mergel vorkommen, da eine Analyse des Erzkonzentrats einen

¹ Den Herren Bergingenieuren BERGSTRÖM und STEENSTRUP bin ich für viele Angaben über diese interessante Lagerstätte zu Dank verpflichtet.

ziemlich hohen Tonerdegehalt zeigte (siehe unter Wismutglanz). Die Schichten des Granatfelses fallen $30-45^{\circ}$ nach Norden; der Granatfels liegt teils mit den Schichtflächen auf dem Granitit, teils wird die Grenze von Vertikalverwerfungen gebildet. Die große Anzahl kleiner vertikaler Verwerfungsspalten ist überhaupt für dieses Vorkommen charakteristisch; der Granatfels ist von zahlreichen Spalten durchzogen, die eben die Zufuhrkanäle für die Erze darstellten. Manche der Spalten boten auch einen Weg für aufdringende Eruptivgänge, wir finden hier Quarzporphyre und jüngere Diabase vom Gangfolge des Granitits. Die Erzimprägnation ist stets um die Spalten am reichlichsten. Das Profil auf Fig. 18 mag ein Bild der Lagerstätte geben.

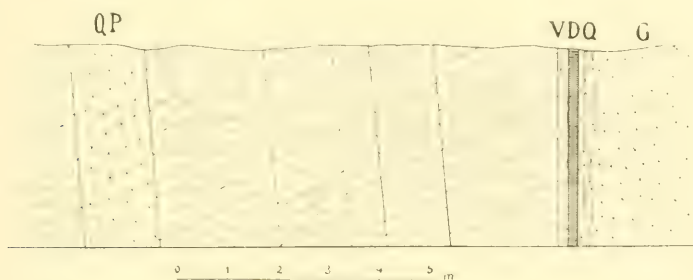


Fig. 18.

Profil eines Tagebruchs am Wismutvorkommen von Kjenner.

Es ist das Profil durch den östlichsten Tagebruch von Kjenner, wie er im Herbst 1909 aussah. Bei einem späteren Besuch (1910) fand ich im wesentlichen dasselbe Bild, nur ist links vom Quarzporphyrgang noch ein ungefähr paralleler Diabasgang aufgeschlossen. Eine kurze Beschreibung der Gesteine möge das Profil erläutern.

G ist der Granitit, derselbe ist sehr arm an dunkeln Mineralien; er zeigt oft schöne mikropegmatitische Verwachsungen von Feldspat und Quarz. Irgendwelche pneumatolytisch veränderte Grenzfacies des Granitits konnte nicht nachgewiesen werden.

Mit *Q* ist die unmittelbare Grenzzone des Granitits bezeichnet; sie ist reich an großen Quarzstreifen.

D ist ein schmaler, sehr feinkörniger Diabasgang.

V ist eine Verwerfungsspalte, die mit einer breccienartigen Quarz-Albit-Masse gefüllt ist. Sowohl der Quarz wie der Albit zeigen starke mechanische Deformation; ersterer hat undulierende Auslöschung, letzterer verbogene Zwillingslamellen. Die Zusammensetzung des Albits entspricht (nach dem Auslöschungswinkel α' : *M* in Schnitten $\perp \alpha$) etwa An_8Ab_{91} bis An_8Ab_{92} . Kalkspatadern durchziehen die Quarzmasse.

QP ist ein Gang von Quarzporphyr. An manchen Stellen führt er würfelförmige Pseudomorphosen, wohl nach Schwefelkies, die aus Eisenglanz bestehen.

Der Granatfels zwischen *V* und *QP* fällt nach Norden, er ist von vielen Vertikalspalten durchsetzt. Parallel der Schichtung sind vielfach Quarzmassen eingeschaltet, die besonders bei *V* so zahlreich sind, daß sie den Granatfels an Menge fast übertreffen. Diese drusigen Quarzmassen sind unzweifelhaft erst nach der Krystallisation des Granats injiziert worden; sie umschließen zahlreiche Krystalle von Granat und Bruchstücke solcher. Der Granat selbst zeigt aufs deutlichste die Merkmale wiederholter Kontaktmetamorphose; große rauhe Rhombendodekaëder (Durchmesser ca. 3 Centimeter) erwiesen sich als Paramorphosen von Granat nach Granat.

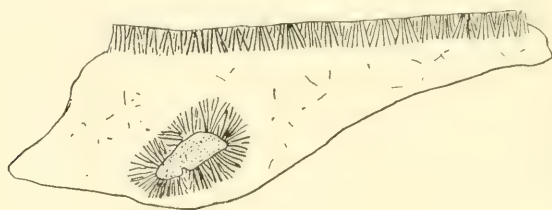


Fig. 19.

Quarzmasse aus Andraditfels, Kjenner. An der Grenze gegen den Granat (oben) ein Saum von Amphibol, ebenso um ein Bruchstück von Granatfels (ca. $\frac{1}{4}$ nat. Größe).

Eingeschlossene Granatfelsbrocken im Quarz nahe der Verwerfungsspalte *V* zeigen oft einen Saum von schilfigem grünen Amphibol. Die Hornblende, welche nach Art eines »Reaction Rim« die Grenze zwischen Granat und Quarz bildet (siehe Fig. 19), erwies sich als Uralit; sie enthält oft noch einen Kern von Pyroxen.

In Begleitung des Uralits tritt mitunter auch grüner Biotit auf.

Der Granatfels ist stark mit Wismutglanz imprägniert (siehe diesen im mineralogischen Teil), der meist in großen Rosetten angeordnet ist. Die Zufuhr des Wismuts muß recht frühzeitig stattgefunden haben, da der Wismutglanz idiomorph gegen Granat ist. Eine so frühe Zufuhr habe ich in den Kontaktlagerstätten gewöhnlich nur bei Eisenerzen beobachtet, Zinkblende und Bleiglanz sind stets jünger als der Granat.

Die Hauptmenge des Wismutglanzes ist im Granat eingewachsen, in geringer Menge finden sich dünne Nadeln im Quarz.

Magnetit ist im Granatfels ziemlich reichlich vorhanden.

Außer Wismutglanz, der an Menge unbedingt vorherrscht, kommen hier noch andere sulfidische Erze vor.

Kupferkies bildet gewöhnlich faustgroße kompakte Klumpen im Granatfels. Vorzugsweise im Quarz eingewachsen findet sich hell schwefelgelbe

Zinkblende, ihre Menge ist unbedeutend. Der im mineralogischen Teil näher beschriebene Wismut-haltige Bleiglanz tritt ebenfalls gern im Quarz auf. Als jüngste Bildung trifft man, vorzugsweise auf Drusenräumen der Quarzmassen, Krystalle von Kalifeldspat, Flußspat und gelbgrünem Helvin.

Während auf dem hier beschriebenen Profil eine Vertikalverwerfung die Grenze zwischen den Silurschichten und dem Granitit bildet, liegen etwas weiter westlich die Schichten direkt auf dem Granitit, wie eine Bohrung ergeben hat.

Das Vorkommen von Kjenner gehört jedenfalls zu den gewöhnlichen kontaktmetasomatischen Vorkommen des Kristianiagebiets. Die Andraditfelse stellen einen umgewandelten Kalkstein dar. Die mehrmalige Kontaktmetamorphose, die durch die Paramorphosen von Granat nach Granat festgestellt ist, muß wohl auf Nachschübe des Granititmagmas bezogen werden. Noch jünger als der Gang von Quarzporphyr ist der eine Diabasgang (links vom Profil). Er hat an einer Stelle den Wismutglanz in gediegenes Wismut umgewandelt, dies wurde zuerst von Herrn Stud. min. Th. Vogt beobachtet.

Die Anreicherung von Wismut in gewissen Kontaktlagerstätten ist eine auffällige Erscheinung, zu der man Analoga aus andern Kontaktgebieten kennt (vergl. unter Wismutglanz im mineralogischen Teil). Wismutglanz ist in allen Gruben der Gjellebæk-Gegend ein gewöhnliches Mineral, auf allen andern Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets ist seine Menge dagegen ganz unbedeutend. Schon J. H. L. Vogt hat darauf hingewiesen, daß man unter den Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets Lokalgruppen abgrenzen kann, von denen jede durch eine bestimmte Metallkombination charakterisiert ist (»Om dannelse av jernmalmforekomster«, p. 93). Als typische Erze für das Gjellebæk-Gebiet gibt er Wismut-haltige Eisen- und Kupfer-Erze an.

Auf der Lagerstätte von Kjenner ist Wismut sogar ganz überwiegend angereichert worden. Eine technische Analyse des Konzentrats (siehe Wismutglanz im mineralogischen Teil), die mir liebenswürdigst von Herrn Bergingenieur STEENSTRUP mitgeteilt wurde, ergab folgendes Metallverhältnis.

Auf 100 Teile Wismut kommen:

| | |
|------|------------|
| 13,8 | Teile Blei |
| 4,3 | — Kupfer |
| 0,4 | — Antimon. |

Das Verhältnis Wismut: Kupfer ist auf der Lagerstätte etwas kleiner, ein Teil des Kupferkieses wurde nämlich vor der Aufbereitung ausgeschieden. Ein Teil des Kupfers und nicht ganz wenig Blei gehen in den Wismutglanz selbst ein (vergl. im mineralogischen Teil).

Es ist interessant, daß Antimon fast gar nicht neben Wismut angereichert ist, auch Arsen kommt nur in geringen Spuren vor.

Die Produktion der Gruben, die erst vor kurzem in Gang gekommen ist, soll etwa 6 Tonnen, als metallisches Wismut gerechnet, betragen haben. Das Erz wird an Ort und Stelle durch Waschen angereichert (auf 42,4 $\frac{0}{0}$ Bi).

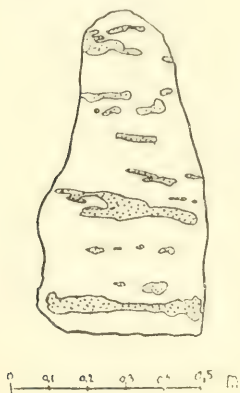


Fig. 20.

Block von Granatfels mit Einlagerungen von Quarz aus einem Schurf östlich von Kjenner (die Quarzschichten sind durch Punktierung bezeichnet).

Quarz enthält oft etwas Kalifeldspat. Auf Fig. 20 ist ein Block von Granatfels dargestellt, dem weiße Quarzmassen parallel der Schichtung eingelagert sind.

Auch in diesen Schürfen kommt Wismutglanz zusammen mit Kupferkies vor, als Seltenheit findet sich gelbbrauner Helvin auf Drusenräumen der Quarzmasse.

Etwas nordwestlich von dem Wismutvorkommen liegt die alte Eisengrube von Kjenner. Hier sind Streifen von Magnetit dem Granatfels eingelagert.

Sowohl westlich, wie auch östlich von Kjenner, liegen im Streichen des Hauptvorkommens einige Schürfe auf Wismutglanz. Ich habe nur die östliche Fortsetzung des Vorkommens näher untersucht. Es ist eine etwa 800 Meter lange, ganz schmale Silurzunge, die beiderseits vom Granitit umgeben ist und wohl nur eine geringe Mächtigkeit hat. Sie ist in derselben Weise, wie am Hauptvorkommen, zu grünem Granatfels metamorphosiert. Die Durchtränkung des Granatfelses mit Quarz ist stellenweise sehr schön zu beobachten. Der

PETROGRAPHISCHER TEIL.

Der Druck während der Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet.

Dynamischer Druck (Stress).

Eine eigentliche Regionalmetamorphose fehlt dem Kristianiagebiet bekanntlich. In der nördlichen Hälfte des Gebiets hat eine Faltung der Schichten stattgefunden, irgend eine regionalmetamorphe Umwandlung war aber nicht mit der Faltung verknüpft. Erst nördlich und nordwestlich vom Kristianiagebiet fangen die weichen Tonschiefer an, in phyllitische Gesteine überzugehen. Im mittleren Teil des Kristianiagebiets fehlt die gewöhnliche Schichtenfaltung ganz. Bei der Injektion der großen Tiefengesteinsmassen sind aber auch hier die Sedimente lokal aufgewölbt, gestaut und gefaltet worden. Aus dem südlichsten Teil des Kristianiagebiets, der Gegend am Langesundsfjord, hat BRÖGGER (Zeitschr. f. Kryst. 16, 1890), eine lokal begrenzte Druckmetamorphose beschrieben.

Bei der Kontaktmetamorphose im mittleren Teil des Kristianiagebiets kann ein dynamischer Druck nur insoweit in Betracht kommen, als er vielleicht durch die Intrusion der Tiefengesteinsmassen hervorgebracht wurde, ein solcher Druck hat aber nirgends Spuren in Kontaktgesteinen des mittleren Kristianiagebiets hinterlassen¹.

Statischer Druck.

Der statische Druck während der Kontaktmetamorphose läßt sich in manchen Fällen annähernd berechnen. Wir kennen die Mächtigkeit der Sedimente im Kristianiagebiet, ebenso wissen wir, daß die Eruption essexitischer Gesteine unmittelbar nach der Ablagerung des devoni-

¹ Wenn man von der unmittelbaren Umgebung mancher Verwerfungsklüfte an der Grenze der Tiefengesteine absieht. An solchen Stellen kann man undulierende Auslöschung der Quarze und Verbiegung von Plagioklaslamellen beobachten. Dies sind aber rein lokale und relativ seltene Erscheinungen.

schen Sandsteins begonnen hat. Die über dem Sandstein abgelagerten Ergußgesteine lassen sich nicht in ihrer Gesamtmächtigkeit bestimmen, da sicher ein großer Teil durch die spätere Erosion gänzlich fortgeführt ist. Immerhin können wir den statischen Druck während der Kontaktmetamorphose am Essexit exakt berechnen, worauf mich zuerst Herr Prof. BRÖGGER aufmerksam gemacht hat. Als Beispiel sei der Essexitlakkolith von Sölvserget (Hadeland) gewählt. Die Intrusion des Tiefengesteins hat in Schichten der silurischen Etage 4 stattgefunden.

Die Mächtigkeit der darüber liegenden Sedimente des Untersilurs mag zu höchstens etwa 400 Meter veranschlagt werden. Die Gesamtmächtigkeit des Obersilurs ist auf Hadeland nicht bekannt, in dem benachbarten Ringerike beträgt sie nach KLER (»Das Obersilur im Kristianiagebiet«, p. 116) 630—645 Meter. Dazu kommt noch der devonische Sandstein, der wohl auch in dem Gebiet von Hadeland abgelagert wurde (jetzt ist er durch Erosion entfernt), dessen Mächtigkeit 500 Meter kaum überschritten haben dürfte.

Im ganzen kommen wir zu einer überlagernden Schichtenmächtigkeit von ungefähr 1500 Metern. Als durchschnittliches spezifisches Gewicht dieser Sedimente mögen wir 2,8 annehmen.

Dann erhalten wir als statischen Druck während der Kontaktmetamorphose am Essexit von Sölvserget:

420 Kilogramm per Quadratcentimeter.

Dieser Druck von etwa 400 Atmosphären wird etwas zu erhöhen sein, weil wohl schon während der Kontaktmetamorphose Ergüsse von Essexitgesteinen stattgefunden haben, deren Mächtigkeit noch zu derjenigen der Sedimente hinzugezählt werden muß. Die Größenordnung des statischen Druckes wird aber hierdurch nicht verändert.

Bei einem Druck von 400 Atmosphären entstehen also grobkörnige Tiefengesteinshornfelse, die der maximalen Umwandlung toniger Sedimente entsprechen.

Der Unterschied zwischen den Kontaktprodukten an Tiefengesteinen und denen an schnell erstarrten Ergußgesteinen mag allerdings nicht nur am Druck liegen, sondern auch an der weit langsameren¹ Abkühlung.

Bei den andern Essexitlakkolithen des Kristianiagebiets mag der statische Druck während der Kontaktmetamorphose von ähnlicher Größenordnung gewesen sein.

Ueber der Essexitmasse von Tofteholmen-Randviksholmen im Kristianiafjord hat sich nach BRÖGGER'S Untersuchungen ein großer Vulkan aufgebaut,

¹ Vergl. auch J. H. L. VOGT (Tschermaks min. petrogr. Mitt. 27, 1908, p. 174).

dem bedeutende Massen essexitischer Laven entströmten. Die Höhe des Vulkans läßt sich zu schätzungsweise einigen 1000 Metern berechnen. Man erhält hierdurch für den statischen Druck am Vulkankern Werte, die zwischen etwa 500 und 1000 Atmosphären liegen. Auch an den Tiefengesteinen von Tofteholmen sind normale Hornfelsgesteine gebildet.

Die Kontaktmetamorphose an den jüngeren, sauren Tiefengesteinen des Kristianiagebiets mag unter etwas höherem statischen Druck vor sich gegangen sein, weil den überlagernden Sedimenten inzwischen noch die Ergußgesteine aufgelagert wurden.

Die Gesamtmächtigkeit der Ergußgesteine im Kristianiagebiet wird sich wohl niemals bestimmen lassen, dazu ist zu viel von der Erosion entfernt. Es handelt sich aber um bedeutende Gesteinsmassen, schon allein die Essexitlaven und Rhombenporphyre besitzen nach Herrn Prof. BRÖGGERS neuesten Untersuchungen Kilometerdicke.

Die Kontaktprodukte der Essexite unterscheiden sich in ihrem Mineralbestand und in ihrer Struktur durchaus nicht von denen der jüngeren sauren Tiefengesteine im Kristianiagebiet. Man darf daher wohl annehmen, daß der statische Druck während der Kontaktmetamorphose der Größenordnung nach nicht sehr verschieden war.

Ueber den Aggregatzustand der Kontaktgesteine während der Metamorphose.

Bei der gewöhnlichen Kontaktmetamorphose hat keine Schmelzung des Kontaktgesteins stattgefunden. Der Beweis hierfür liegt in der ausgezeichneten primären Schichtung der Hornfelse, noch überzeugender wirken die Reste von Fossilien, die man vielfach in den Kontakthöfen findet.

Als Beispiel mögen die relativ grobkörnigen Kalksilikatfelse von der Grenze des Natrongranits bei Gunildrud erwähnt werden. Trotzdem eine intensive Umkrystallisation der ganzen Gesteinsmasse stattgefunden hat, sind die Steinkerne von Fossilien oft vorzüglich erhalten (siehe BRÖGGERS Beschreibung der Kontaktzone von Gunildrud in »Die silurischen Etagen 2 und 3«).

Auch in den Kalksilikathornfelsen der Gegend von Aarvold sind Fossilien oft ausgezeichnet erhalten, derart, daß selbst Details der Oberflächenstruktur an Brachiopoden erkennbar sind. Bei einer Schmelzung wären natürlich alle Fossilien ausgewischt worden.

Selbst in den kleinsten Hornfelsschollen, die allseitig vom Eruptiv eingeschlossen werden, ist die Schichtung noch deutlich zu erkennen. Ebenso wie in dem unveränderten Schiefer erkennt man dünne Lagen

und Linsen von Mergel¹. In manchen der Einschlüsse erkennt man einen regelmäßigen Wechsel zwischen Tonschieferlagen und Sandsteinlagen. Bei einer Schmelzung wären die einzelnen Schichten mit einander vermischt worden.

Auch die Form der Hornfelsbruchstücke, selbst der am meisten umgewandelten, läßt keine Schmelzung erkennen. Die Hornfelse bilden scharfkantige Bruchstücke in den Tiefengesteinen (vergl. die Abbildung bei BRÖGGER, »Die Eruptivgesteine des Kristianiagebiets«, II, p. 131). Bei einer Schmelzung wären die scharfen Ecken der Bruchstücke gerundet worden.

Wir können mit Sicherheit behaupten, daß bei der normalen Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet keine Schmelzung stattgefunden hat, dasselbe dürfte für die Kontaktmetamorphose in den meisten andern Gebieten gelten.

Die gewöhnliche Anschauung war bis jetzt die, daß ein Lösungsmittel die Umkrystallisation bei der Kontaktmetamorphose herbeigeführt hat. Man stellte sich vor, daß von dem Eruptiv aus eine intensive Durchgasung des Nebengesteins stattgefunden hat. Diese Gase, darunter in erster Linie Wasserdampf, sollten die Entstehung der Kontaktminerale überhaupt erst ermöglicht haben. Unter Mitwirkung solcher zugeführter Lösungsmittel sollte z. B. ein Tonschiefer in einen Hornfels übergehen.

In vielen Fällen ist diese Auffassung gewiß berechtigt, nur darf man die Rolle der zugeführten Dämpfe nicht überschätzen. Zunächst muß man darauf aufmerksam sein, daß der Wassergehalt der Tonschiefer bei der Kontaktmetamorphose nicht zunimmt, sondern distinkt vermindert wird. Das kommt natürlich daher, daß statt allerhand wasserhaltigen Verbindungen bei der Kontaktmetamorphose wasserarme und wasserfreie Silikate entstehen. Das bei der Metamorphose wirksame Wasser kann wohl dem Wassergehalt des Sedimentgesteins entstammen. Der Glaube an den Wasserreichtum magmatischer Exhalationen ist durch die Untersuchungen von BRUN stark erschüttert worden. Meiner Ansicht nach kann die Hornfelsbildung auch ohne Zufuhr von Wasser normal verlaufen.

Nach den interessanten Versuchen von JOHN W. COBB (The Journal of the Society of Chemical Industry, Yorkshire Section, 29, 1910, No. 2, 5, 6, 7 und 10) können nämlich Gemenge trockner Oxyde weit unter dem Schmelzpunkt in Reaktion treten. So z. B. reagieren CaO und SiO_2 schon bei 800° , weit unter dem Schmelzpunkt irgend eines Kalksilikats oder dem Erstarrungspunkt der betreffenden Gemenge. Derartige Tatsachen waren

¹ Wie schon KJERULF beobachtet hat („Om stratifikationens spor“, 1877).

schon früher gelegentlich beobachtet, aber bis jetzt fehlte es an einer systematischen Untersuchung.

Wenn also trockne Gemenge von Kalk und Kieselsäure bei 800⁰ reagieren, so erscheint eine Wasserzufuhr bei der Kontaktmetamorphose nicht unbedingt erforderlich. Die Gegenwart von Wasser erleichtert unzweifelhaft die Mineralbildung in Kontaktgesteinen, aber dazu mag in vielen Fällen der Wassergehalt des ursprünglichen Sediments genügt haben.

Eine besonders reichliche Zufuhr von Wasserdampf und andern Gasen hat aber gewiß die Krystallisation der Kontaktminerale begünstigt und dadurch die Bildung von ungewöhnlich grobkörnigen Gesteinen veranlaßt. Vergl. Vogts potenzierte Kontaktmetamorphose in der unmittelbaren Nachbarschaft von Kontaktlagerstätten (*»Om dannelse av jernmalnforekomster«*, p. 88).

Ueber den Zeitpunkt der Kontaktmetamorphose, bezogen auf die Erstarrungsgeschichte des Eruptivgesteins.

An der unmittelbaren Grenze zwischen dem Eruptivgestein und dem umgewandelten Nebengestein kann man das gegenseitige Altersverhältnis zwischen den Mineralien des Schmelzflusses und den Kontaktmineralien feststellen. Noch leichter gelingt dies oft an der Grenze gegen kleinere eingeschlossene Schollen des Nebengesteins.

Bei solchen Altersbestimmungen kam ich ausnahmslos zu dem Resultat, daß die charakteristischen Mineralien der Hornfelse vor der vollständigen Erstarrung des Tiefengesteins gebildet sind; in vielen Fällen sogar vor dem Beginn der Erstarrung.

Man beobachtet nämlich, wie am Rand von Hornfelsschollen scharfkantige Bruchstücke der Schollen losgelöst werden, und diese Zerteilung geht oft so weit, daß einzelne Mineralkörner des Hornfelses aus ihrem Verband losgelöst werden. Solche isolierte Körner von Biotit, Pyroxen, Plagioklas u. s. w. finden sich dann als Einschlüsse im umgebenden Eruptivgestein. Oft hat man den Eindruck, als hätten die Hornfelsschollen gleich nach der Metamorphose eine sandige Beschaffenheit gehabt, sodaß am Rand eine intensive Streuung der Mineralkörner in den umgebenden Schmelzfluß stattfinden mußte¹.

Die Streuung hat ihren Grund kaum in einer Auflösung im Schmelzfluß und späterer Ausrystallisation; hätte eine Einschmelzung stattgefunden, so könnten die Streukörner nicht ihre ursprüngliche Form

¹ Eine solche randliche Auflockerung von Einschlüssen wird auch von GRUBENMANN erwähnt (*„Die kristallinen Schiefer“*, zweite Auflage p. 116).

bewahren, und sie würden sich in ihrer Zusammensetzung von den Mineralien der Hornfelse unterscheiden.

Man findet diese isolierten Körner von Kontaktmineralien z. B. prachtvoll in der Umgebung der Hornfelsschollen im Nordmarkit des Kristiania-gebiets, hier sind sie deutlich älter als der Feldspat und Quarz des Nordmarkits.

Eines der schönsten Beispiele lieferte der Kontakt eines Aegirinreichen Nordmarkits von Kobberhaugvandet in Nordmarken. Eine mehrere Quadratkilometer große Scholle silurischer Sedimente grenzt hier an Nordmarkit. Ich verdanke Herrn stud. real. O. ANDERSEN ein sehr instruktives Stück von diesem Fundort, nämlich einen Schieferhornfels der Klasse 7, der unmittelbar an der Grenze gegen das Tiefengestein von einer grobkörnigen Apophyse desselben durchsetzt wird.

Der Hornfels ist ein ganz normaler Biotit-führender Plagioklas-Diopsid-Hornfels mit graugrünem Pyroxen. An der Grenze gegen den Hornfels enthält die Apophyse massenhaft Mineralkörner desselben. Die eingeschlossenen Pyroxenkörner des Hornfelses sind ausnahmslos mit einem Saum von reinem Aegirin umwachsen, weiter von der Grenze entfernt führt die Apophyse nur Aegirin, ohne Kern von diopsidischem Pyroxen.

Dieses Beispiel zeigt ohne weiteres, daß die Pyroxenkörner des Hornfelses schon fertig gebildet waren, ehe der Aegirin des Nordmarkits auskrystallisiert ist.

Die pneumatolytische Kontaktmetamorphose (Ferrifizierung von Kalkstein, Zufuhr von Erzen) ist stets jünger als die normale Kontaktmetamorphose, die ohne Stoffzufuhr vor sich geht.

In den meisten der von mir untersuchten Fälle hat die Stoffzufuhr erst eingesetzt, nachdem die normale Kontaktmetamorphose in den Hauptzügen beendet war. Die pneumatolytische Stoffzufuhr steht wahrscheinlich in einem direkten Zusammenhang mit der Krystallisation des Magmas. Die in der Schmelzmasse gelösten Gase werden bei fortschreitender Krystallisation des Gesteins in dem noch flüssigen Anteil angereichert¹, bis die Dampftension eine solche Größe erreicht hat, daß die Gase in das Nebengestein entweichen müssen.

Für die Zinnsteingänge ist ein solcher zeitlicher Zusammenhang mit der Verfestigung des Tiefengesteins längst nachgewiesen. Bei den Erzlagerstätten des Kristiania-gebiets hat VOGT (»Norske ertsforekomster I«, Arkiv f. Mat. og Naturv. 9, 1884) nachgewiesen, daß sie vor der Erstarrung

¹ Die gleiche Anschauung wurde kürzlich von STUTZER (Zeitschr. f. pr. Geol. 1909, p. 145) geäußert.

der betreffenden Eruptivgesteine gebildet sind; ich möchte das dahin präzisieren, daß die meisten Lagerstätten *kurz* vor der Verfestigung des Eruptivs entstanden sind. An vielen Vorkommen beobachtet man pneumatolytische Metamorphose der Grenzzone des Eruptivs selbst, die Grenzzone war also schon erstarrt, ehe die Stoffzufuhr stattfand.

Für die Stoffzufuhr selbst läßt sich auch eine gewisse Reihenfolge feststellen. Am ältesten ist die Exhalation der Eisenverbindungen, erst später folgen Blei, Kupfer und Zink. Wismut ist dagegen stellenweise sehr frühzeitig zugeführt worden.

Die ordinäre Kontaktmetamorphose in der äußeren Kontaktzone mag durchwegs etwas später erfolgt sein, als in der inneren, da die Wärmeleitung durch Gesteinsmassen von einigen 100 m. Dicke lange Zeit in Anspruch nimmt.

Ueber die Temperatur während der Kontaktmetamorphose.

Ueber die Temperatur, bei der die Umwandlung in unsern Kontaktzonen stattgefunden hat, lassen sich näherungsweise einige Angaben machen.

Zunächst sollen die Temperaturverhältnisse bei der normalen Umwandlung (ohne Stoffzufuhr) der gewöhnlichen Sedimente besprochen werden.

Innerste Kontaktzone.

Wie ich in dem vorigen Abschnitt gezeigt habe, ist die normale Metamorphose der innersten Kontaktzone schon vor sich gegangen, ehe das betreffende Tiefengestein erstarrt ist. In sehr vielen Fällen dürfte die Metamorphose sogar schon abgeschlossen gewesen sein, ehe die Krystallisation des Eruptivgesteins an der Kontaktstelle überhaupt begonnen hatte.

Wir erhalten dadurch eine untere Temperaturgrenze, nämlich den schließlichen Erstarrungspunkt des Eruptivgesteins, der identisch ist mit dem eutektischen Punkt aller der Mineralien, welche das betreffende Eruptivgestein zusammensetzen.

Nehmen wir als gewöhnlichstes Beispiel ein granitisches Tiefengestein an, so sollte die normale Kontaktmetamorphose des unmittelbar angrenzenden Nebengesteins vor sich gegangen sein, ehe die Temperatur unter den eutektischen Punkt eines Gemenges von Alkalifeldspat und Quarz gesunken war, wobei wir noch das magmatische Wasser u. s. w. berücksichtigen müssen, das den Erstarrungspunkt des Tiefengesteins etwas herabdrückt. Wir werden vielleicht keinen sehr großen Fehler begehen, wenn wir als eutektische Erstarrungstemperatur eines granitischen Tiefen-

gesteins eine Temperatur von tiefstens 1000⁰ annehmen¹. Dies wäre eine untere Grenze für die Temperatur, bei welcher die Metamorphose der innersten Zone stattfand.

Eine obere Grenze liefert die Beziehung zwischen dem Wollastonit und bei hohen Temperaturen stabilen Pseudowollastonit. Das ausschließliche Vorkommen des echten Wollastonits in den Kontaktzonen zeigt, daß die Bildungstemperatur der Kontaktgesteine unter 1180⁰ C. liegt, d. h. unter dem Umwandlungspunkt² des Wollastonits. Auf diese Tatsache haben schon ALLEN, WHITE und WRIGHT hingewiesen (Am. Journ. Sc. 21, 1906, p. 89).

Eine weitere obere Grenze erhalten wir durch das Fehlen von Anschmelzungserscheinungen in den Kontaktmineralien. Die Bildungstemperatur der Hornfelse muß unterhalb des Schmelzpunkts der einzelnen Kontaktmineralien liegen. Wir haben nun folgende Schmelzpunkte wichtiger Kontaktmineralien (vergl. die Zusammenstellung der von DOELTER bestimmten Schmelzpunkte bei VOGT, »Silikatschmelzlösungen«, II, p. 3): Labrador 1180⁰, Orthoklas 1190⁰, Hypersthen 1190⁰, Salit 1220⁰, Biotit 1155⁰—1240⁰. Durch die Schmelzpunkte der gewöhnlichen Hornfels-Mineralien erhalten wir also wieder eine obere Grenze, die etwas unter 1200⁰ liegt.

Im angrenzenden Eruptivgestein konnte sich natürlich auch unter 1200⁰ geschmolzene Pyroxensubstanz, Feldspatsubstanz u. s. w. finden, wir müssen immer den Unterschied beachten, der zwischen dem *Schmelzpunkt* eines *einheitlichen* Minerals und dem *Erstarrungsgebiet* eines Mineralgemenges besteht.

Wenn in den Kontaktzonen die Temperatur lokal über 1200⁰ steigt, so müssen sich natürlich Schmelzerscheinungen an den einzelnen Mineralien der Kontaktgesteine zeigen. Solche Schmelzerscheinungen (Glaseinschlüsse) hat z. B. F. BECKE (Tscherma's min. petrogr. Mitt. V, 1882, p. 174) von Predazzo beschrieben, SALOMON fand sie im Adamellogebiet. Ganz ausnahmsweise mag also die Temperatur in den Kontaktzonen über 1200⁰ steigen.

Wir erhalten somit als obere Grenze für die Entstehung normaler Kontaktgesteine eine Temperatur von etwa 1200⁰.

Die Entstehungstemperatur (oder richtiger Krystallisationstemperatur) normaler Kontaktgesteine der innersten Zone liegt also unter 1200⁰ und in vielen Fällen wohl über 1000⁰. Das gilt für die Pyroxenkontaktgesteine.

¹ Nach ganz willkürlicher Schätzung, vergl. auch J. H. L. VOGT (Tscherma's min. petrogr. Mitt. 27, 1908, p. 117).

² Dieser Umwandlungspunkt dürfte durch Druck wenig verschoben werden, da beide Modifikationen des Calciummetasilikats fast dasselbe spezifische Gewicht besitzen. Diesen Schluß zogen auch schon WRIGHT und LARSEN (Am. Journ. Sc. 27, 1909, p. 421).

Äußere Kontaktzone.

Entfernen wir uns im Kontakthof von der Grenze des Eruptivgesteins, so werden die Umwandlungserscheinungen immer schwächer, um schließlich in einer gewissen Entfernung ganz auszuklingen. Der Mineralbestand der Kontaktgesteine wird mit zunehmender Entfernung vom Eruptivgestein deutlich verändert.

Einer der gewöhnlichsten Unterschiede besteht in der Vorherrschaft des Pyroxens in der inneren Kontaktzone, des Amphibols in der äußeren¹.

Damit haben wir eine Temperaturgrenze zwischen der inneren und der äußeren Kontaktzone gegeben, nämlich den Umwandlungspunkt, der bei gegebenem Druck die Grenze zwischen den Stabilitätsgebieten von Amphibol und Pyroxen bildet. Ueber diesen Umwandlungspunkt siehe F. BECKE (Tschermaks min. petr. Mitt. 16, 1897, p. 327).

Bei einem Druck, den BECKE zu etwa 200 Atmosphären veranschlagt, soll dieser Umwandlungspunkt oberhalb 550° liegen; die nähere Lage ist zur Zeit nicht bekannt, ist wohl auch mit der chemischen Zusammensetzung wechselnd. Bei Zunahme des Drucks steigt der Umwandlungspunkt, um wieviel ist aber nicht bekannt.

Pyroxenführende Kontaktprodukte an Tiefengesteinen können somit kaum bei Temperaturen unterhalb 550° entstanden sein. Diejenigen Teile des Kontakthofes, welche nicht höher als bis 550° erhitzt wurden, enthalten Amphibol statt Pyroxen, sofern überhaupt eine Neubildung von Metasilikatmineralien stattgefunden hat. Ebenso muß Amphibol in denjenigen Teilen des Kontakthofes vorkommen, deren Temperatur zwischen 550° und der Umwandlungstemperatur bei dem jeweiligen Druck gelegen war.

Bei hohem Druck mag der Umwandlungspunkt vielleicht bis gegen 1000° steigen, derart, daß auch in der inneren Kontaktzone Amphibolgesteine gebildet werden.

Im allgemeinen beobachtet man aber in der inneren Kontaktzone Pyroxen, in der äußeren Amphibol, bei sehr kleinen (und schnell erstarrten) Massen von Tiefengesteinen kann die innere Kontaktzone fast ganz fehlen, sodaß man bis nahe an die Grenze Kontaktgesteine mit Amphibol statt Pyroxen findet.

In diesem Abschnitt ist der Umwandlungspunkt zwischen Quarz und Tridymit (respektive Christobalit) bei 800° nicht berücksichtigt worden. Dieser Umwandlungspunkt verlangt scheinbar, daß der letzte Erstarrungs-

¹ Ähnliches fand ERDMANNSDÖRFFER in den Kontaktzonen des Harzes (Jahrb. Pr. geol. Landesanst. 25, 1904, p. 37).

punkt Quarz-führender Eruptivgesteine unter 800^0 liegt¹. Die zahlreichen Quarz-führenden Kontaktgesteine des Kristianiagebiets sollten demnach auch bei einer Temperatur unter 800^0 gebildet sein.

Dieser Schluß ist aber keineswegs zwingend.

Zwischen Tridymit (resp. Christobalit) und Quarz besteht ein derartig großer Dichteunterschied, daß der Umwandlungspunkt, welcher unter Atmosphärendruck bei 800^0 liegt, durch Druck sicher stark nach oben verschoben wird.

Um die Verschiebung exakt zu berechnen, müßten wir die Umwandlungswärme Quarz-Tridymit (resp. Christobalit) kennen. Es erscheint aber keineswegs ausgeschlossen, daß ein Druck von etwa 400 Atmosphären, wie er in unsern Kontaktzonen in Betracht kommt (siehe p. 103), den Umwandlungspunkt um 100^0 oder mehr nach oben verschiebt.

Für die Verschiebung des Umwandlungspunktes durch Druck gilt bekanntlich folgende Gleichung²:

$$\frac{dT}{dP} = \frac{Tu}{W},$$

worin dP die Veränderung des Drucks ist, welche die Umwandlungstemperatur um dT verschiebt; W ist die Umwandlungswärme, T die Umwandlungstemperatur (von $\div 273^0$ an gezählt), u ist die Volumänderung bei der Umwandlung.

Für die Größen auf der rechten Seite der Gleichung gilt folgendes:

T ist sehr hoch, nämlich 1073^0 ;

u ist wahrscheinlich relativ hoch, bei gewöhnlicher Temperatur ist der Volumunterschied zwischen beiden Modifikationen sehr bedeutend, die Dichte des Tridymits (resp. Christobalits) beim Umwandlungspunkt ist allerdings unbekannt;

W ist nicht bekannt; nach den in LANDOLT-BÖRNSTEINS Tabellen (3. Aufl., p. 464) angegebenen Zahlen sind aber die Umwandlungswärmen polymorpher anorganischer Körper von einfacher Zusammensetzung nicht sehr groß und in vielen Fällen von ungefähr gleicher Größenordnung.

Da nun T sehr hoch ist, u verhältnismäßig groß, so ist anzunehmen, daß auch der Differentialquotient $\frac{dT}{dP}$ relativ groß ist.

Derart kann Quarz in Tiefengesteinen und deren Kontaktprodukten wahrscheinlich bei Temperaturen krystallisieren, die nicht unbedeutend über 800^0 (dem Umwandlungspunkt bei Atmosphärendruck) liegen.

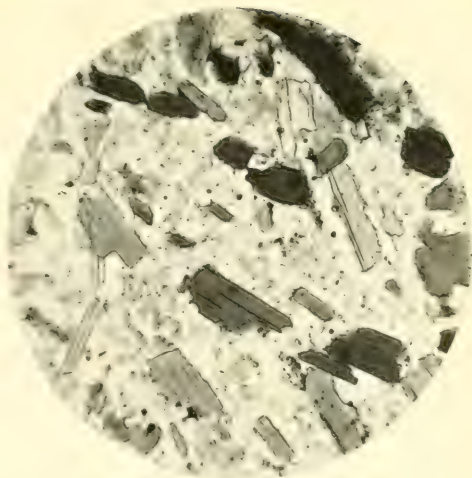
¹ Vergl. WRIGHT und LARSEN (Am. Journ. Sc. 27, 1909, p. 421).

² Siehe OSTWALD, Grundriß d. allgemeinen Chemie, 1899, p. 183 und 175, oder W. NERNST, Theoretische Chemie, 5. Aufl., p. 71.

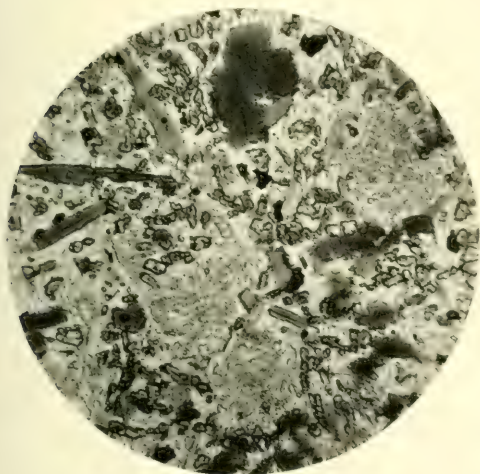
Strukturtypen der Kontaktgesteine.



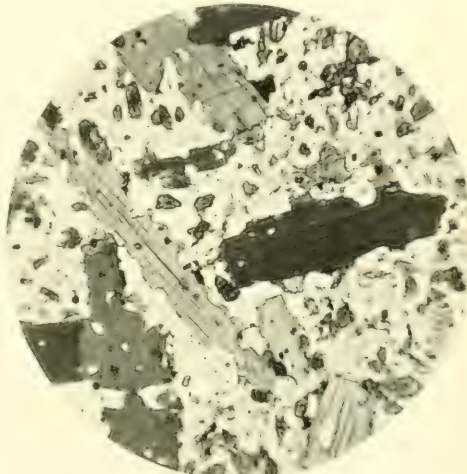
Hornfels der Klasse 1, Gunildrud (vergl. p. 147). In einer feinkörnigen dunkeln Grundmasse liegen große Krystalle von Andalusit und kleinere von Cordierit. Vergr. 20.



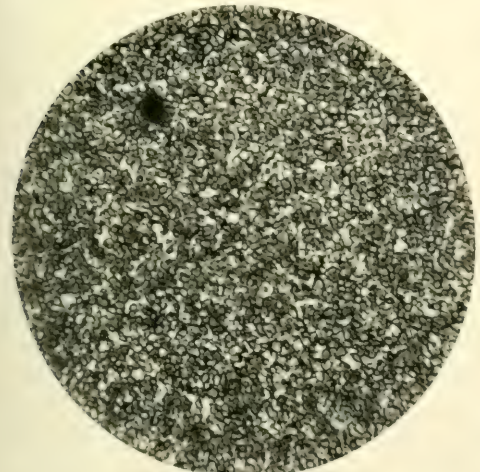
Hornfels der Klasse 3, Aarvoldstal (vergl. p. 155). Die großen Tafeln sind Biotit, der Quarz der Grundmasse enthält zahlreiche Einschlüsse von Cordierit und Plagioklas. Vergr. 45.



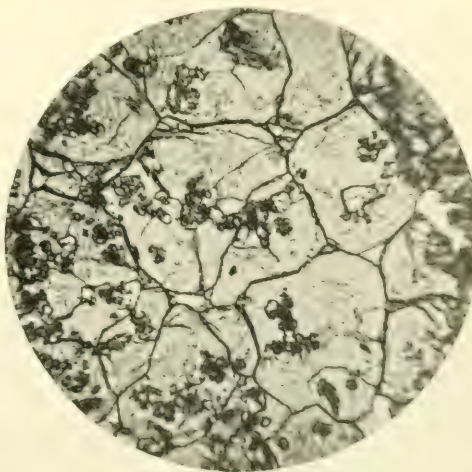
Hornfels der Klasse 5, Sölvserget (vergl. p. 168). Biotit in großen Tafeln, das stark lichtbrechende Mineral ist Hypersthen. Die großen Quarze und Orthoklase sind voll von kleinen Plagioklas-Tafeln. Vergr. 45.



Hornfels der Klasse 5, Kalbakken (vergl. p. 173). Dicke durchlöchernde Tafeln von Biotit und kleinere Körner von Hypersthen liegen in einer Grundmasse von Plagioklas. Vergr. 45.



Hornfels der Klasse 7, Narverud-Grube (vergl. p. 188). Kleine dunkle Körner von diopsidischem Pyroxen liegen in einer Grundmasse von Orthoklas und Plagioklas. Vergr. 45.



Andraditfels, Grua (vergl. Andradit im min. Teil). Der Andradit zeigt typische Pflasterstruktur, er enthält Einschlüsse von Hedenbergit. Vergr. 20.

WRIGHT und LARSEN gehn in ihrer oben zitierten Arbeit offenbar davon aus, daß die Verschiebung des Umwandlungspunkts krystallisiert fest : krystallisiert fest durch Druck von derselben Größenordnung sei, wie die Verschiebung eines Schmelzpunkts durch Druck.

Sie übersehn aber, daß einerseits die Umwandlungswärme krystallisiert fest : krystallisiert fest von einer viel kleineren Größenordnung¹ ist als die Schmelzwärmen, anderseits die Dichtenunterschiede krystallisiert fest : krystallisiert fest oft viel größer sind als die Dichtenunterschiede krystallisiert fest : amorph flüssig.

Die Gegenwart von Katalysatoren (Wasserdampf, Chloride, Fluoride) hat natürlich gar keinen Einfluß auf die Lage der Umwandlungspunkte, sofern die Katalysatoren nicht in merkbarer Menge in fester Lösung in das betreffende Mineral eingehn. Ein Fall, wo dieses, wenn auch nur in beschränktem Maße, eintritt, ist bei dem Amphibol gegeben, der bekanntlich geringe Mengen von Wasser und Fluoriden aufzunehmen vermag. Deshalb wird die Bildung von Amphibol in pneumatolytischen Kontaktzonen bei ein wenig höherer Temperatur stattfinden können, als in Kontaktzonen ohne Pneumatolyse.

Die Hauptwirkung der Katalysatoren zeigt sich dagegen in der *Korngröße* der Kontaktgesteine.

Die Struktur der Kontaktgesteine.

Die Kontaktgesteine des Kristianiagebiets zeigen nicht sehr viel Abwechslung in Bezug auf ihre Struktur.

Man kann nach der Struktur zwei Gruppen unter den Hornfelsen unterscheiden: solche mit gewöhnlicher Hornfelsstruktur ohne auffällige Unterschiede im Krystallisationsvermögen der Gemengteile, und Hornfelse, in denen einzelne Gemengteile scharfe, besonders große, Krystalle bilden.

Was die Unterschiede zwischen beiden Gruppen bedingt, läßt sich schwer feststellen, doch scheint es, als wenn kohlige Beimengungen im Gestein den Unterschied im Krystallisationsvermögen der einzelnen Mineralien vergrößern. Ein Beispiel bieten die Andalusithornfelse der Steiger Schiefer (mit gewöhnlicher Hornfelsstruktur), verglichen mit den Graphitreichen Andalusithornfelsen unsrer Alaunschiefer (mit scharfen Einsprenglingen von Andalusit und Cordierit).

Mitunter findet man Hornfelse mit beiden Strukturarten in dünnen Schichten wechsellagernd, vergl. den Amphibol-führenden Sandsteinhornfels

¹ Sehr oft beträgt die Umwandlungswärme 1—10 kleine Kalorien per Gramm.

von Konnerudkollen. Bei diesem Gestein ist die Ursache des Strukturwechsels ganz unbekannt.

Die gewöhnliche Hornfelsstruktur ist dadurch charakterisiert, daß die poikilitisch durchlöcherten Mineralkörner einander gegenseitig umschließen. Bei sorgfältiger Betrachtung der Dünnschliffe sieht man aber mitunter, daß sich eine Krystallisationsfolge für manche Gemengteile bestimmen läßt.

Bei unsern gewöhnlichsten sauren Hornfelsen erkennt man eine Art von Grundmasse, die aus großen, siebartig durchlöcherten, Quarzindividuen besteht. Selbst wenn die Gesamtmenge des Quarzes nicht sehr groß ist, pflegt er auf diese Weise aufzutreten. Die Quarzkörner sind nach außen ganz unregelmäßig begrenzt. Ebenso wie der Quarz pflegt auch der Kalifeldspat poikilitisch durchlöchert zu sein, in geringerem Maße der Biotit. Der Biotit bildet dicke Tafeln nach der Basis, auch der Orthoklas zeigt nicht selten Begrenzung durch Krystallflächen.

Die siebartig durchlöcherten Quarze enthalten den Rest des Mineralbestandes, insbesondere den Plagioklas. Der Plagioklas ist, wo er als Einschluß in Quarz oder Kalifeldspat auftritt, gern dicktafelförmig nach *M* {010} und ziemlich gut idiomorph. Der Plagioklas enthält so gut wie nie Einschlüsse neugebildeter Mineralien, es sei denn lange Apatitnadeln. Ebenso wie Plagioklas bilden Hypersthen und monokliner Pyroxen einigermaßen idiomorphe Individuen in den siebartig durchbrochenen Quarzen. Dasselbe gilt für den Cordierit, der in den Graphit-freien Hornfelsen gewöhnlich in Form rektangulär-lappiger Durchschnitte beobachtet wird.

In Hornfelsen ohne Quarz und Orthoklas ist die Struktur eine etwas verschiedene. Eine Art von Grundmasse wird von einem Plagioklasaggregat gebildet, in dem die dicktafelige Form der einzelnen Plagioklase meist deutlich erkennbar ist. In dieser Plagioklasmasse liegen poikilitisch durchlöcherte Individuen von Biotit und Pyroxen, respektive Amphibol.

Bei den Kalksilikathornfelsen ist die Plagioklasgrundmasse oft ohne idiomorphe Begrenzung der einzelnen Körner, in dieser Grundmasse liegen größere Individuen von monoklinem Pyroxen, meist ohne poikilitische Durchlöcherung.

Die Grossular-Pyroxen-Hornfelse zeigen als Grundmasse poikilitisch durchlöcherten Granat, der von unzähligen rundlichen Pyroxenkörnern erfüllt ist.

Die pneumatolytischen Kontaktgesteine, Andraditfels und Hedenbergitfels besitzen gewöhnlich eine typische Pflasterstruktur.

ERDMANNSDÖRFFER (Centralbl. f. Min. etc., 1909, p. 501) möchte die Unterschiede in der Krystallbegrenzung der einzelnen Kontaktmineralien auf die krystalloblastische Reihe zurückführen.

In sehr vielen Fällen mögen allerdings scheinbare Altersunterschiede der Gemengteile auf der krystalloblastischen Reihe beruhen, wie z. B. das Einsprenglings-artige Auftreten von Andalusit, Cordierit, Amphibol und andern Mineralien.

Es wäre kaum berechtigt, das Vorhandensein einer Krystallisations-reihenfolge in Hornfelsen der innersten Kontaktzone überhaupt zu leugnen. Das Hauptgewicht bei der Konstatierung einer Altersfolge darf natürlich nicht auf die idiomorphe Begrenzung gelegt werden, sondern auf die gegenseitige Umschließung der einzelnen Mineralien. Auf diesen Umstand ist ja auch bei Erstarrungsgesteinen längst hingewiesen.

Falls sich in manchen Fällen eine Altersfolge für die Hornfelsmineralien sicher konstatieren läßt, so ist damit noch nicht gesagt, daß die Reihenfolge zweier Mineralien in allen Kontaktgesteinen dieselbe ist. Mengenverhältnisse werden auch hier eine Rolle spielen.

Die Korngröße der Kontaktgesteine.

Tonschieferhornfelse.

Am unmittelbaren Kontakt mit Tiefengesteinen sind die Tonschieferhornfelse oft als deutlich körnige Gesteine entwickelt. Als Fundort sehr großkörniger Hornfelse mag die Essexitmasse von Sölvserget erwähnt werden; dasselbe gilt für den Nordmarkit von Aarvold-Grorud, hier sind insbesondere die zahlreichen Schieferbruchstücke im Syenit sehr grobkörnig krystallisiert. Ebenso grobkörnige Hornfelse finden sich an der Grenze des Natrongranits beiderseits des Sees Ekern und am Granitit bei Holmestrand.

Grobkörnige Tonschieferhornfelse kommen also in den Kontaktzonen der verschiedensten Eruptive im Kristianiagebiet vor. Als Beispiel für die Korngrößen, die von derartigen Kontaktgesteinen erreicht werden, sollen die gewöhnlichen Dimensionen der einzelnen Gemengteile in Tonschieferhornfelsen von Aarvold-Grorud mitgeteilt werden.

Plagioklas-Cordierit-Hornfels, Aarvoldstal, nahe bei einer Nordmarkitapophyse.

Grobkörnige Schicht, Breite der Biotittafeln, 0,5—1,0 mm., siebartige Quarzkörner 0,5 mm.

Feinkörnige Schicht, Breite der Biotittafeln 0,1 mm., siebartige Quarzkörner 0,2—0,5 mm.

Plagioklas-Hypersthen-Hornfels, Einschluß im Nordmarkit, Kalbakken, Grorud.

Breite der Biotittafeln 1—2 mm., Hypersthen 0,1 mm., seltener 0,3 mm. Plagioklas 0,1—0,2 mm.

Plagioklas-Diopsid-Hornfels von demselben Fundort.

Breite der Biotittafeln 1 mm., Diopsid 0,4—0,6 mm., seltener 1,0 mm., Plagioklase ca. 0,2 mm.

Ähnliche Dimensionen liefern die grobkörnigen Hornfelse anderer Fundorte. Ueberall ist die grobkörnige Entwicklung auf die unmittelbare Grenze der Tiefengesteine beschränkt.

Schon in einer Entfernung von vielleicht 50 m. von der Grenze sind dichte Hornfelse das Gewöhnliche.

Kalksilikathornfelse.

Die Kalksilikathornfelse besitzen in der Regel eine etwas geringere Korngröße als benachbarte Tonschieferhornfelse. Folgende Dimensionen, die ich an einem *Plagioklas-Diopsid-Hornfels* (ohne Biotit) von der unmittelbaren Grenze bei Konnerudkollen gemessen habe, sind schon als relativ groß zu bezeichnen.

Durchmesser der Pyroxenkörner 0,02—0,03 mm., die Plagioklase sind durchschnittlich etwas kleiner. Selten finden sich Pyroxene von 0,1 mm. Länge.

An Orten intensiver Pneumatolyse steigt die Korngröße dieser Kontaktgesteine aber bedeutend (J. H. L. Vogts »potenzierte Kontaktmetamorphose« an Erzlagerstätten).

Skarngesteine.

Die Skarngesteine (Kalksteine, die zu Kalkeisensilikaten umgewandelt sind) erreichen die bedeutendsten Korngrößen, die ich bei Kontaktgesteinen überhaupt beobachtet habe. Speziell gilt dies für den Andraditskarn. Andraditmassen mit Korngrößen von mehreren Centimetern sind etwas ganz Gewöhnliches (Grua, Narverud).

Die Beziehungen zwischen der Korngröße des ursprünglichen Sediments und dem Mineralbestand des Kontaktprodukts.

Wir wissen erfahrungsgemäß, daß die Kontaktmetamorphose nicht mit einer Schmelzung des ursprünglichen Gesteins verknüpft ist. Die Neubildung von Kontaktmineralien und die Umkrystallisation schon vorhandener Gemengteile geschieht in ungeschmolzenem Zustand, oft wohl unter Mitwirkung von Lösungsmitteln.

Damit nun alle Gesteinsgemengteile entsprechend ihrem Massenverhältnis an den Reaktionen teilnehmen, ist es notwendig, daß die Mischung des ursprünglichen Sediments eine einigermaßen feinkörnige und gleichmäßige ist.

Dies ist bei tonigen und mergeligen Sedimenten annähernd der Fall, und gerade bei den Kontaktprodukten derartiger Gesteine finden wir eindeutige Beziehungen zwischen dem Mineralbestand und der chemischen Zusammensetzung.

Besonders leicht lösliche oder sehr reaktionsfähige Gemengteile des ursprünglichen Gesteins können vollständig an den Umsetzungen teilnehmen, selbst wenn sie in großen Körnern auftreten, so ist bei Kalksedimenten die ursprüngliche Korngröße des Kalkspats ohne Einfluß auf das Kontaktprodukt.

Ganz anders liegen die Verhältnisse, wenn wir von unvollständig aufbereiteten Sedimenten ausgehn. Als typisches Beispiel mögen wir einen grobkörnigen Quarzsandstein mit tonigem Bindemittel wählen, etwa wie er bei den »old red« Sandsteinen des Kristianiagebiets vorkommt. Hier liegen große scharfkantige Quarzkörner in einem Bindemittel, welches einem mergeligen Ton entspricht. Nach der Kontaktmetamorphose sind diese beiden Komponenten des Gesteins nicht etwa miteinander verschmolzen, sondern wir finden die ursprünglichen scharfkantigen Quarzkörner in einem Bindemittel, welches einem Mergelschieferhornfels entspricht.

Noch krasser tritt der Einfluß der Korngröße natürlich bei Konglomeratgesteinen hervor.

Kontaktprodukte an Tiefengesteinen und kontaktmetamorphe Einschlüsse von Effusivgesteinen.

Zwischen beiden Arten von Kontaktprodukten besteht oft ein wesentlicher Unterschied, der in der verschiedenen Dauer der Metamorphose begründet ist.

Die Einschlüsse in Effusivgesteinen, wie sie A. LACROIX so meisterhaft in seinem Werk »Les enclaves des roches volcaniques« beschrieben hat, sind vielfach als *unfertig* zu bezeichnen. Die Umwandlung hat nicht Zeit gehabt, vollständig zu verlaufen, neben den neu entstandenen Kontaktmineralien sind oft noch korrodierte Reste des ursprünglichen Mineralbestandes vorhanden.

Auf diese Weise sind *oftmals labile, noch in Umwandlung begriffene, Zustände durch plötzliche Abkühlung fixiert worden*, wobei z. B. die Zahl der Mineralien eine größere sein kann, als es den Forderungen der Phasenregel entspricht.

Bei den Kontaktprodukten an Tiefengesteinen hat man es dagegen in der Regel mit Mineralkombinationen zu tun, die (bei der Temperatur und dem Druck während der Metamorphose) einen *absolut stabilen* Zustand darstellten.

Kontaktmetamorphe Eruptivgesteine und kontaktmetamorphe Sedimente.

Die Untersuchung kontaktmetamorpher Eruptivgesteine lag eigentlich außerhalb des Rahmens dieser Arbeit. Im Laufe meiner Untersuchungen stellte es sich aber als notwendig heraus, einige kontaktmetamorphe Eruptivgesteine petrographisch zu untersuchen.

Für den Mineralbestand kontaktmetamorpher Eruptivgesteine gelten im allgemeinen dieselben Gesetze, wie für den von gleich zusammengesetzten Sedimenten. Die *Veränderung* von Eruptivgesteinen bei der Kontaktmetamorphose ist aber oft relativ gering, weil ja die Eruptivgesteine eo ipso einen bei hoher Temperatur stabilen Mineralbestand besitzen. Die Struktur kontaktmetamorpher Eruptivgesteine ist in erster Linie von dem Grad der Umwandlung abhängig. Bei relativ schwacher Metamorphose läßt sich die ursprüngliche Struktur eines Erstarrungsgesteins leicht erkennen, bei stärkerer Umwandlung werden die ursprünglichen Züge immer verwischerter und können sogar ganz von der gewöhnlichen Hornfelsstruktur überdeckt werden.

So zum Beispiel ist in den umgewandelten basischen Intrusivgängen von Gunildrud (siehe diese im geol. Teil) die Leistenform der Plagioklase noch sehr ausgesprochen, sogar die ursprüngliche Zwillingverwachsung (Albit + Periklin-gestreifte Individuen nach dem Karlsbadergesetz verwachsen) ist noch erhalten. Die ungemein stark metamorphen Schollen von Essexitlava im Tal von Aarvold (siehe diese im geol. Teil) lassen die Leistenform der Plagioklase noch einigermaßen erkennen, sonst ist die Struktur die gewöhnliche der Tonschieferhornfelse.

In vielen Fällen ist es fast unmöglich, stark kontaktmetamorphe Eruptivgesteine von umgewandelten Sedimenten im Dünnschliff zu unterscheiden. Den sichersten Anhaltspunkt bildet in zweifelhaften Fällen das geologische Auftreten des umgewandelten Gesteins, ob es z. B. in Gangform auftritt, oder mit sicher sedimentären Gesteinen wechsellagert. Dieses Kriterium versagt aber oft, wenn es sich um isolierte Schollen handelt, die in jüngeren Eruptiven eingeschlossen sind. In solchen Fällen führt die quantitative chemische Untersuchung mitunter zu einem definitiven Resultat (vergl. den Essexithornfels, Anhang zu den Hornfelsen der Klasse 6).

Ueber normale und pneumatolytische Kontaktmetamorphose.

Im Kristianiagebiet kann man zwei verschiedene Arten von Kontaktmetamorphose unterscheiden. Die normale Kontaktmetamorphose äußert sich nur in einer Umkrystallisation des Nebengesteins, ohne daß Stoffzufuhr eine Rolle spielt. Die pneumatolytische Kontaktmetamorphose ist dagegen durch Stoffzufuhr charakterisiert, eine Zufuhr, die von Gasen vermittelt wurde. Die pneumatolytische Kontaktmetamorphose ist im wesentlichen auf Kalksteine beschränkt, das hat seinen Grund in dem metasomatischen Charakter des Prozesses.

In dem petrographischen Teil meiner Arbeit werde ich zunächst die normalen Kontaktgesteine beschreiben, dann erst die pneumatolytischen.

Eine besondere Art der Stoffzufuhr kommt mitunter bei kleinen Hornfelschollen vor, die in sauren natronreichen Tiefengesteinen eingeschlossen sind. Dieselben zeigen in manchen Fällen einen höheren Natrongehalt, als dem ursprünglichen Gestein entspricht (vergl. p. 36). Diese Art der Stoffzufuhr ist noch sehr wenig erforscht, ich hoffe später ein reichlicheres Beobachtungsmaterial vorzulegen.

In ihrem Mineralbestand, abgesehen von der größeren Albitmenge, sind die betreffenden Gesteine völlig mit den normalen Kontaktgesteinen identisch, bei denen keine Natronzufuhr stattgefunden hat; sie sollen deshalb zusammen mit den normalen Kontaktgesteinen beschrieben werden.

NORMALE KONTAKTGESTEINE.

Ueber eine Systematik kontaktmetamorpher Sedimentgesteine.

Die Systematik kontaktmetamorpher Sedimentgesteine ist bis jetzt eine recht willkürliche gewesen. Die Benennung der Kontaktgesteine war vielfach von Zufälligkeiten abhängig, die Gesteine wurden in der Regel nach demjenigen Merkmal benannt, das dem betreffenden Beobachter besonders charakteristisch erschien.

Den ersten Versuch einer umfassenden systematischen Nomenklatur verdankt man WILHELM SALOMON (Tscherma's min. petrogr. Mitt. 17, 1898, p. 35).

Besonders wichtig ist bei SALOMON'S Nomenklatur, daß solche Eigenschaften, wie Korngröße, Schieferung u. s. w., erst in zweiter Linie berücksichtigt werden, während das Hauptgewicht auf den *Mineralbestand* gelegt wird, wie er durch die chemische Zusammensetzung bedingt ist.

SALOMON möchte der Kürze halber neben dieser Bezeichnungsweise noch Lokalnamen einführen, wie z. B. *Edolit* = *Glimmer-Feldspat-Hornfels*, *Aviolit* = *Glimmer-Cordierit-Hornfels*.

Eine derartige Nomenklatur genügt allen Anforderungen, solange unsre Kenntnis von Mineralbestand und Zusammensetzung der Kontaktgesteine eine rein empirische ist.

Sobald aber unsre Kenntnis soweit fortgeschritten ist, daß wir den Mineralbestand der verschiedensten Kontaktgesteine unter demselben Gesichtspunkt betrachten können, ist eine systematische Nomenklatur erwünscht.

Ich habe in dieser Arbeit versucht, eine systematische Nomenklatur für diejenigen Kontaktgesteine durchzuführen, die der Reihe Tonschiefer-Kalkstein entsprechen. Meine Nomenklatur bezieht sich nur auf die betreffenden Kontaktprodukte plutonischer Gesteine, und zwar nur auf die Gesteine der innersten Kontaktzone.

Die Kontaktprodukte an Ergußgesteinen besitzen zum Teil einen andern Mineralbestand, verlangen daher auch andere Benennungen als die gleich zusammengesetzten Kontaktprodukte plutonischer Gesteine. Dasselbe gilt für die Kontaktgesteine des äußeren Kontakthofs.

Geschieht die Kontaktmetamorphose unter Mitwirkung von Regionalmetamorphose, so entstehen Gesteine, die sich in ihrem Mineralbestand von

den normalen Kontaktgesteinen unterscheiden (BECKES Volumgesetz); auch diese verlangen eine besondere Benennung.

Im großen und ganzen kann man drei Hauptreihen unter den sedimentogenen Kontaktgesteinen unterscheiden (vergl. p. 16). Es sind dies:

| | | |
|--|-----|----------------------------|
| Die Kontaktprodukte der Reihe Quarzsandstein-Kalkstein | | |
| --»-- | —»— | Quarzsandstein-Tonschiefer |
| —»— | —»— | Tonschiefer-Kalkstein. |

Unter diesen Reihen ist die dritte die unbedingt interessanteste und an Abwechslung reichste.

Die Kontaktprodukte dolomitischer Gesteine sollen in einem besonderen Abschnitt weiter unten besprochen werden.

Die Kontaktprodukte der Reihe Tonschiefer-Kalkstein an Tiefengesteinen habe ich nach ihrem Mineralbestand in *Klassen* eingeteilt. Ich will mich damit aber keineswegs an die neue amerikanische Systematik der Eruptivgesteine¹ anschließen.

Eine *quantitative chemische Klassifikation unter Zurücksetzung aller mineralogischen und genetischen Gesichtspunkte führt stets zu einem unnatürlichen System*. Gesteine, die genetisch zusammengehören, kommen dabei in verschiedene Abteilungen, ganz heterogene Gesteine werden parallelisiert.

Eine petrographische Systematik, die Anspruch darauf macht, ein natürliches System darzustellen, muß in *erster Linie* den faktischen Mineralbestand berücksichtigen, soweit derselbe sich feststellen läßt.

Neben nicht statt der mineralogischen und genetischen Klassifikation ist ein quantitatives chemisches System notwendig.

Eine mineralogische Klassifikation muß selbstverständlich auf solche Mineralien basiert werden, die für den chemischen Bestand des Gesteins charakteristisch sind.

Ueber die Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und Mineralbestand bei den Kontaktgesteinen.

Allgemeine physikalisch-chemische Voraussetzungen.

Die Beziehungen zwischen Chemismus und Mineralbestand der Erstarrungsgesteine sind heutzutage in den Grundzügen bekannt. Das verdanken wir J. H. L. VOGT und anderen, welche die Gesetze der physikalischen Chemie auf die Petrographie der Eruptivgesteine anwandten.

¹ W. CROSS, I. IDINGS, L. PIRSSON, H. WASHINGTON: Quant. Classification of Igneous Rocks, Chicago, 1903. Vgl. auch J. H. L. VOGTS Kritik dieser Klassifikation (Vid.-Selsk. Skrifter. I. M.-N. Kl. 1908. No. 10).

Auf die petrographischen Probleme der Erstarrungsgesteine sind diejenigen Gesetze der physikalischen Chemie angewandt worden, die sich auf die Krystallisation von Schmelzflüssen beziehen, indem man immer voraussetzen konnte, daß zu einem gewissen Zeitpunkt die gesamte Gesteinsmischung im schmelzflüssigen Zustand war. Man hatte also einen Schmelzfluß von gegebener chemischer Zusammensetzung; die Anwendung der physikalischen Chemie bezog sich dann auf Ausscheidungsreihenfolge und Zusammensetzung der Mineralien, die bei fortschreitender Abkühlung aus dem gegebenen Schmelzfluß entstehen müssen.

Bei der Kontaktmetamorphose von Gesteinen finden wir andere Verhältnisse vor. Wir haben zwar auch hier die ursprüngliche Zusammensetzung des Gesteins gegeben (etwa eine Tonschieferzusammensetzung), aber das Gestein ist niemals in dem Zustand eines homogenen Schmelzflusses, aus welchem dann die verschiedenen Mineralien auskrystallisieren.

Wenn z. B. ein Tonschiefer auf eine Temperatur von vielleicht 1000° erhitzt wird und dabei in ein grobkrySTALLINES Gemenge verschiedener Silikate übergeht, so ist das nicht eine Krystallisation aus einer homogenen Schmelzmasse, die das *ganze* Gestein enthält. Vielmehr müssen wir annehmen, daß *es nur ein Bruchteil der gesamten Substanzmenge ist, der sich auf einmal im reaktionsfähigen Zustand befindet*. Früher nahm man meistens an, daß zu der Umkrystallisation ein fremdes Lösungsmittel notwendig ist, in dem sich kleine Mengen der ursprünglichen Gemengteile lösen, während die neugebildeten Mineralien aus dem Lösungsmittel ausgeschieden werden. Auf diese Weise sollte nach und nach das ganze Gestein umgewandelt werden. Man dachte meist an Wasser als Lösungsmittel; neuere Untersuchungen von JOHN W. COBB (siehe p. 106) haben aber gezeigt, daß auch *trockne* Gemenge der in Betracht kommenden Oxyde bei solchen Temperaturen in Reaktion treten können, die noch weit unter dem Schmelzpunkt aller beteiligten Verbindungen und Gemische liegen.

Immer sind aber die Bedingungen bei der Entstehung von Kontaktgesteinen derartige, daß nur ein Bruchteil der ganzen Gesteinsmasse gleichzeitig im reaktionsfähigen Zustand ist.

Mit den Gesetzen über die Krystallisation aus gegebenen Schmelzflüssen läßt sich also bei der Kontaktmetamorphose nicht viel anfangen.

Untersucht man den Mineralbestand von Kontaktgesteinen und vergleicht ihn mit der chemischen Zusammensetzung der Gesteine, so erkennt man jedoch, daß auch hier unzweifelhaft gesetzmäßige Beziehungen vorhanden sind.

Bei einer näheren Diskussion der in Betracht kommenden Verhältnisse zeigt es sich, daß man den Mineralbestand eines Kontaktgesteins aus der chemischen Zusammensetzung voraussagen kann, wenn man nur Druck und Temperatur während der Kontaktmetamorphose kennt. Es ist nämlich ganz *gleichgültig, auf welchem Wege das Endprodukt der Metamorphose erreicht wird*, ob aus einer homogenen Schmelzmasse oder unter Vermittlung einzelner geschmolzener Partikelchen, oder unter Mitwirkung eines fremden Lösungsmittels, wenn nur der Prozeß solange andauert, bis ein *endgültiger stabiler Zustand* erreicht, bis das ganze Gestein so stark metamorphosiert ist, wie es bei der gegebenen Größe von Temperatur und Druck überhaupt metamorphosiert werden kann.

Das Fundamentalgesetz, welches die Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und Mineralbestand der Kontaktgesteine enthält, ist die *Phasenregel*. Haben wir als Ausgangsmaterial eine Anzahl Stoffe gegeben, die z. B. einen Tonschiefer zusammensetzen, so können wir daraus die Anzahl der Mineralien berechnen, die man in dem Kontaktprodukt antrifft. Nun ist aber die allgemeinste Fassung von WILLARD GIBBS Phasenregel¹ nicht leicht und übersichtlich anwendbar, wenn es sich um Systeme aus vielen einzelnen Stoffen handelt.

Für unsern Bedarf, wenn wir den Mineralbestand der Tonschieferhornfelse behandeln, kommen in erster Linie folgende Stoffe in Betracht: Kieselsäure, Tonerde, Magnesia und Kalk. Systeme aus vier Stoffen bieten aber schon ganz bedeutende Komplikationen, wenn man sie nach der allgemeinsten Phasenregel behandeln soll.

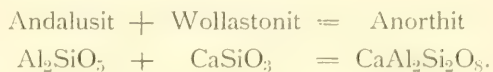
Ich ziehe deshalb vor, die Phasenregel in einer spezialisierten Form anzuwenden, damit die Verhältnisse übersichtlicher werden, und zwar in Form der Gesetze für die Bildung von Doppelsalzen². Diese Gesetze sind schon in der Phasenregel enthalten, sie sind besonders geeignet, ein Bild von den Reaktionen in Kontaktgesteinen zu geben. *Wir betrachten*

¹ Vom Standpunkt des Mineralogen scheint mir WILLARD GIBBS Phasenregel folgenden Wortlaut zu haben: *Die maximale Anzahl n der festen Mineralien, die gleichzeitig nebeneinander stabil existieren können, ist gleich der Anzahl n der Einzelkomponenten, die in den Mineralien enthalten sind (wenn man von der singulären Temperatur der Umwandlungspunkte absieht)*. So z. B. können höchstens je fünf Mineralien stabil nebeneinander existieren, die aus den Komponenten CaO , MgO , Al_2O_3 , K_2O und SiO_2 zusammengesetzt sind.

Stabil ist eine Mineralkombination bei gegebener Temperatur, wenn trotz der Gegenwart eines gemeinsamen Lösungsmittels keine Umsetzung zwischen den einzelnen Mineralien stattfindet.

² VAN'T HOFFS Doppelsalzgesetze sind u. a. in folgenden Arbeiten dargelegt: „Studien zur chemischen Dynamik“, Leipzig 1896; „Vorlesungen über Bildung und Spaltung von Doppelsalzen“, Leipzig 1897; „Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie“, Braunschweig 1898.

den Bruchteil des Gesteins, der sich jeweilig im reaktionsfähigen Zustand befindet, als eine gesättigte Lösung, und zwar als eine gesättigte Lösung der betreffenden Kontaktmineralien; die bei der Kontaktmetamorphose entstandenen Mineralien betrachten wir als *Bodenkörper* eben dieser gesättigten Lösung. Statt des Wortes *Doppelsalz* kann man ebensogut das Wort *Doppelverbindung* in den betreffenden Gesetzen benutzen. In diesem Sinn betrachte ich z. B. den Anorthit als eine Doppelverbindung¹ von Andalusit und Wollastonit, entsprechend der Gleichung:



Für derartige Doppelverbindungen und Einzelverbindungen als *Bodenkörper* einer gesättigten Lösung gelten natürlich die gewöhnlichen Doppelsalzesetze.

Oberhalb einer gewissen Temperatur (in diesem Fall beim Anorthit liegt die betreffende Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes) können beide Einzelsalze (Einzelverbindungen) nebeneinander als *Bodenkörper* einer gesättigten Lösung existieren. Unterhalb² dieser Temperatur bildet sich das Doppelsalz als *Bodenkörper*. Das Doppelsalz (die Doppelverbindung) kann entweder allein als *Bodenkörper* auftreten oder zusammen mit *einem* der beiden Einzelsalze (Einzelverbindungen), nicht aber können beide Einzelsalze gleichzeitig mit dem Doppelsalz zusammen als *Bodenkörper* auftreten, außer (bei gegebenem Druck) bei einer ganz bestimmten Temperatur, dem Umwandlungspunkt.

Bei der Temperatur des Umwandlungspunktes können Doppelsalz und Einzelsalze nebeneinander als *Bodenkörper* einer gesättigten Lösung existieren; bei einer noch so geringen Steigerung der Temperatur würde das Doppelsalz völlig in beide Einzelsalze zerfallen, bei einer Erniedrigung der Temperatur unter den Umwandlungspunkt würde sich auf Kosten der beiden Einzelsalze solange Doppelsalz bilden, bis entweder das *eine* Einzelsalz völlig aufgebracht ist, oder bis *beide* Einzelsalze aufgebracht sind, falls zufällig beide Einzelverbindungen in äquivalenter Menge zugegen sind.

¹ In einer solchen Auffassung ist *absolut nichts Hypothetisches* enthalten, was etwa auf irgend eine *Strukturformel* Bezug hätte. Die Bezeichnungsweise sagt nur aus, daß sich die chemische Zusammensetzung des Anorthits durch Addition von Wollastonit und Andalusit erhalten läßt. Man könnte ihn ebensogut als Tripelverbindung von Tonerde, Kieselsäure und Kalk betrachten, nur würde dadurch die Darstellung an *Übersichtlichkeit* verlieren.

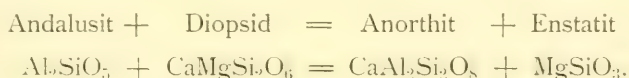
² Ich setze voraus, daß die Vereinigung von Andalusit und Wollastonit zu Anorthit unter Entwicklung von Wärme stattfindet; wahrscheinlich sind die meisten Mineralien, die durch Vereinigung von mehreren Einzelverbindungen entstehen können, exotherm.

In entsprechender Weise kann man sich Diopsid¹ als Doppelverbindung von Wollastonit und Enstatit vorstellen. Ebenso gut können wir uns den Andalusit als Doppelverbindungen von Kieselsäure und Korund denken; es ist in den Doppelsalzgesetzen nichts enthalten, was auf eine Trennung von Doppelsalzen und andern chemischen Verbindungen hinweist.

Wir können somit auf die Mineralbildung in Kontaktgesteinen (übrigens ebenso in Eruptivgesteinen und allen krystallinen Schiefern) die Gesetze für die Doppelsalze anwenden. Das Wesentliche bei dieser Betrachtungsweise ist, daß wir die auskrystallisierten Mineralien als Bodenkörper betrachten. Es ist dabei gleichgültig, ob es sich um den Bodenkörper eines Schmelzflusses, den einer wässerigen Lösung oder den eines Gasgemenges handelt.

Die Lage des Umwandlungspunktes ist bei der Bildung eines Doppelsalzes (einer Doppelverbindung) unabhängig von der Natur des Lösungsmittels, solange das Lösungsmittel nicht in feste Lösung mit einem der drei möglichen Bodenkörper eingeht.

Die Lehre von dem heterogenen Gleichgewicht erlaubt uns, auch die Umsetzung in den Bereich analoger Betrachtungen zu ziehn. Als ein typisches Beispiel mögen wir den folgenden Fall wählen:



Die Phasenregel sagt über diese Umsetzung folgendes aus: Abgesehen von einer bestimmten Temperatur, dem Umwandlungspunkt, können (bei einem willkürlich gegebenen Druck) folgende Mineralien nebeneinander als Bodenkörper einer gesättigten Lösung existieren:

1. Andalusit, Diopsid.
2. Diopsid, Anorthit.
3. Anorthit, Enstatit.
4. Enstatit, Andalusit.
5. Enstatit, Diopsid.
6. Andalusit, Anorthit.
7. Andalusit, Diopsid, Anorthit.

¹ V. PÖSCHL (Tschermaks min.-petrogr. Mitt. 26, 1907, p. 413) nimmt an, daß im Diopsidmolekül manchmal ein Doppelsalz vorliegt (im reinen Diopsid), manchmal eine chemische Verbindung (in isomorphen Mischungen). Es ist mir leider nie klar geworden, wie er sich eigentlich den Unterschied vorstellt.

8. Andalusit, Diopsid, Enstatit.
9. Anorthit, Enstatit, Andalusit.
10. Anorthit, Enstatit, Diopsid.

Nur bei einer einzigen Temperatur, dem Umwandlungspunkt, können alle vier Mineralien:

Andalusit, Diopsid, Anorthit, Enstatit

nebeneinander als Bodenkörper einer gesättigten Lösung bestehen, bei einer noch so kleinen Temperaturverschiebung (respektive Druckverschiebung bei konstanter Temperatur) findet Umwandlung statt, wobei eines der vier Mineralien vollständig aufgebraucht wird.

Welches der vier Mineralien bei einer Temperatursteigerung verschwindet, welches bei einer Erniedrigung (wenn die Mengen gegeben sind), darüber sagt die Phasenregel noch nichts, das muß empirisch ermittelt werden, und hängt von dem Vorzeichen der Wärmetönung bei der Umsetzung ab, wie sich aus dem Satz von VAN'T HOFF und LE CHATELIER ergibt.

Für die oben aufgezählten 10 möglichen Mineralkombinationen, die nicht nur am Umwandlungspunkt stabil sind, gelten noch folgende Beziehungen, die direkt aus der Phasenregel, ohne weitere Annahmen, ableitbar sind:

Falls Mineralkombinationen, die sowohl Andalusit wie Diopsid enthalten, unter dem Umwandlungspunkt stabil sind, so sind alle Mineralkombinationen, die sowohl Anorthit wie auch Enstatit enthalten, oberhalb des Umwandlungspunkts stabil, und umgekehrt.

Das heißt, wenn die Mineralkombinationen 1, 7 und 8 an der einen Seite des Umwandlungspunkts stabil sind, so sind die Mineralkombinationen 3, 9 und 10 an der andern Seite des Umwandlungspunkts stabil.

Die Lage des Umwandlungspunkts bei der Umsetzung ist unabhängig von der Natur des Lösungsmittels, solange dasselbe nicht in feste Lösung mit einem der vier Bodenkörper eingeht.

Alle oben abgeleiteten Beziehungen gelten also unabhängig von der Art des Lösungsmittels, gleichgültig, ob dieses etwa eine wässrige Lösung ist, ein Schmelzfluß, oder ob die Mineralien nur durch einen Dampfraum in Reaktion treten können.

Anwendung auf Kontaktgesteine, dynamometamorphe Gesteine und normale Erstarrungsgesteine¹.

Auf Grundlage der Gesetze für Bildung von Doppelverbindungen und der Gesetze für die Umsetzung sollen im folgenden die Kontaktgesteine der innersten Kontaktzone behandelt werden.

Die Gesetze können ebensogut auf krystalline Schiefer der Regionalmetamorphose angewandt werden, wobei dann noch der Einfluß des Drucks aufmerksame Berücksichtigung verlangt.

Auch der Mineralbestand der Erstarrungsgesteine läßt sich von demselben Gesichtspunkt aus diskutieren.

Die Gesetze für die Erstarrung von Silikatschmelzflüssen sind ja in ihrer jetzigen Form schon sehr vollkommen, immerhin sind wir über den Krystallisationsverlauf in Ergußgesteinen weit genauer unterrichtet, als über den in Tiefengesteinen.

Ueber das Verhalten von auskrystallisierten Komponenten, die bei der Abkühlung des Gesteins einen Umwandlungspunkt durchlaufen, geben uns die bis jetzt angewandten Erstarrungsgesetze sehr wenig Aufklärung.

In vielen Fällen wird es daher vorteilhaft sein, die Gesetze für Bildung von Doppelsalzen und die Gesetze für die Umsetzung auch auf Erstarrungsgesteine anzuwenden.

Man behandelt dann am zweckmäßigsten den Mineralbestand des Gesteins *unmittelbar vor beendigter Krystallisation*, in dem Augenblick, wenn sich nur noch ein beliebig kleiner Bruchteil der Gesteinsmasse im flüssigen Zustand befindet².

Dann betrachten wir die bereits auskrystallisierten Mineralien als Bodenkörper einer gesättigten Lösung; als gesättigte Lösung der auskrystallisierten Mineralien betrachten wir den noch schmelzflüssigen Rest der Gesteinsmasse.

¹ Kürzlich hat THOMAS THORNTON READ (Economic Geology, I, 1906, p. 101—118) versucht, die Phasenregel auf Eruptivgesteine anzuwenden. Er suchte die maximale Anzahl von Mineralien festzustellen, die aus einem Schmelzfluß von gegebener Zusammensetzung auskrystallisieren können. Wenn er aber Gläser als stabile Phasen des erstarrten Gesteins mitzählt, so kann ich ihm darin nicht folgen.

² Eine Bedingung für die Anwendung dieser Gesetze ist dann, daß die Erstarrung des letzten Restes der Schmelze so langsam stattfindet, daß sich vor der Erstarrung ein stabiles Gleichgewicht zwischen den Bodenkörpern einstellen kann. Bei Effusivgesteinen wird die Erstarrung in vielen Fällen zu schnell verlaufen, bei Tiefengesteinen dagegen oft langsam genug.

Ein Beispiel für die Anwendung auf Eruptivgesteine bietet das Zweistoffsystem *Nephelin-Quarz*¹. Unterhalb des Umwandlungspunkts sind folgende Kombinationen stabil:

Nephelin allein
 Quarz allein
 Albit allein
 Albit, Nephelin
 Albit, Quarz.

Beim Umwandlungspunkt (der oberhalb des Schmelzpunkts liegt) wären alle drei Mineralien stabil. Oberhalb des Umwandlungspunkts sind Nephelin und Quarz stabil; diese Kombination läßt sich deshalb nicht im festen Zustand realisieren. Daher findet man in Gesteinen niemals Nephelin neben Quarz.

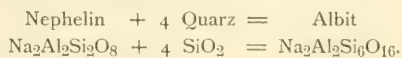
Meine Betrachtungsweise der Eruptivgesteine unterscheidet sich von derjenigen, die J. H. L. VOGT anwendet, dadurch, daß VOGT von dem ursprünglichen homogenen Schmelzfluß ausgeht und die Gesetze für die sukzessive Ausscheidung der einzelnen Mineralien zu bestimmen sucht; ich gehe dagegen von dem fast völlig erstarrten Gestein aus und suche zu bestimmen, welche der auskrystallisierten Mineralien stabil nebeneinander sind. Beide Betrachtungsweisen schließen einander nicht aus, sondern ergänzen einander.

In nicht allen Fällen ist der Mineralbestand eines Gesteins, das wir untersuchen, bei gewöhnlicher Temperatur stabil. Bei manchen Gesteinen handelt es sich um Kombinationen, die nur bei hoher Temperatur (der Entstehungstemperatur der betreffenden Gesteine) stabil sind, *und die durch schnelle Abkühlung (in das Gebiet minimaler Reaktionsgeschwindigkeit) fixiert wurden.*

Ueber die Verbindungen von Kieselsäure, Tonerde und Magnesia², die in Tonschiefern bei der Kontaktmetamorphose an Tiefengesteinen entstehen.

Unter den möglichen³ Mineralphasen: Korund, Quarz, Periklas, Andalusit, Olivin, Enstatit, Spinell, Cordierit, können wir mehrere Kombina-

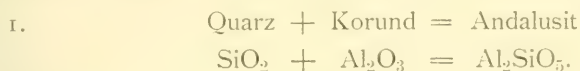
¹ Hier kommt die Reaktion in Betracht:



² Zum Teil durch Eisenoxydul ersetzbar.

³ Wir dürfen hier von Staurolith, Saphirin- und ähnlichen Mineralien absehen, die wahrscheinlich nur unter hohem Druck entstehn können und daher niemals in nur kontakt-metamorphen Gesteinen auftreten. Auch der Magnesia-Tonerde-Granat ist ein für *dynamometamorphe* Gesteine typisches Mineral, welches nie in echten Kontaktgesteinen nachgewiesen ist.

tionen von je drei Mineralien bilden, die einer Doppelverbindung und deren Komponenten entsprechen. Die Doppelverbindungen können wir dann nach den im vorigen Kapitel dargelegten Gesichtspunkten behandeln.

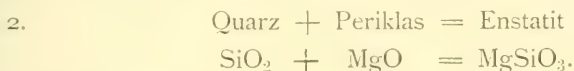


Unterhalb des Schmelzpunktes scheint immer die Doppelverbindung gebildet zu werden. Nach den Versuchen von MOROZEWICZ (Tschermaks min. petrogr. Mitt. 18, 1898) scheidet sich aus Silikatschmelzflüssen nie Korund aus, solange noch freie Kieselsäure vorhanden ist¹.

Ob nun die Verbindung Al_2SiO_5 in Form von Andalusit, Sillimanit oder Disthen entsteht, hat dabei nichts zu sagen, das entspricht einer Umwandlung des fertigen Reaktionsprodukts.

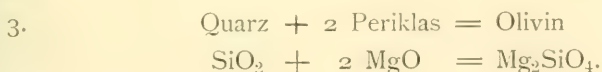
Der Einfluß des Drucks begünstigt die Bildung des Tonerdesilikats; die unter hohem Druck stabile Modifikation, Disthen, hat ein geringeres Molekularvolumen, als der Summe von Quarz und Korund entspricht, siehe GRUBENMANN (nach F. BECKE): »Die kristallinen Schiefer«, I, p. 37, erste Aufl.

In Kontaktgesteinen können wir demnach nie Korund neben freiem Quarz treffen, ein Schluß, der durch die Erfahrung bestätigt wird.

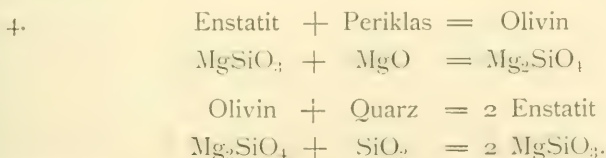


Dieses System ist dem vorigen insofern analog, als die Spaltung der Doppelverbindung wahrscheinlich erst oberhalb des Schmelzpunktes erfolgt.

Dementsprechend treffen wir den Periklas nur in extrem basischen Kontaktgesteinen (nicht in der Hornfelsreihe, sondern in kontaktmetamorphen Dolomiten). Durch Druck wird auch hier die Bildung der Doppelverbindung begünstigt (siehe GRUBENMANN, l. c.); es ist daher nicht zu erwarten, daß man jemals in einem *stabilen* Gestein Periklas neben Quarz antrifft.



Für dieses System gelten dieselben Betrachtungen, wie für das vorige, auch hier wird die Bildung der Doppelverbindung durch Druck begünstigt.



¹ Siehe auch die Untersuchung desselben Zweistoffsystems durch E. S. SHEPHERD und G. A. RANKIN (Am. Journ. Sc. 28, 1909, p. 293).

Diese beiden Reaktionen können wir als ein Zweistoffsystem Quarz-Periklas betrachten. Wir haben vier mögliche Bodenkörper einer gesättigten Lösung oder eines Schmelzflusses, nämlich Quarz, Enstatit, Olivin und Periklas. Nehmen wir einen willkürlich gegebenen Druck an, so können, außer bei den Umwandlungstemperaturen, je zwei dieser Mineralien nebeneinander existieren. Ich brauche wohl nicht diese sechs Kombinationen einzeln aufzuzählen. Nach der Lage der Umwandlungspunkte kommen folgende Kombinationen für Kontaktgesteine *nicht* in Betracht:

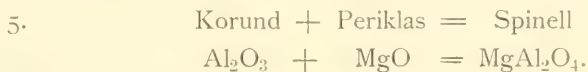
Quarz-Periklas

Quarz-Olivin

Enstatit-Periklas.

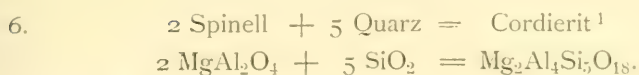
Bei den zwei Umwandlungspunkten dieses Zweistoffsystems sind Mineralkombinationen von je drei Mineralien stabil. Außerdem muß es einen sowohl für Druck als auch für Temperatur singulären Punkt geben, bei dem alle vier Mineralien nebeneinander existieren können.

In den Kontaktgesteinen der Reihe Tonschiefer-Mergelschiefer kommt freier Olivin als Gesteinsgemengteil nicht in Betracht, dagegen finden wir ihn in Form der Olivinmoleküle des Biotits. Anfänglich war ich geneigt, den Biotit als feste Lösung von Olivin in Muskovit zu betrachten. Nachdem ich aber die Mineralassoziationen, in denen Biotit vorkommt, vom Standpunkt der Phasenregel betrachtet habe, bin ich zu der Ueberzeugung gekommen, daß nicht freier Olivin in die feste Lösung eingeht, sondern eine *Verbindung* des Olivinmoleküls mit dem Muskovitmolekül (vergl. Biotit im mineralogischen Teil).



Auch bei dieser Reaktion dürfte die Temperatur, oberhalb welcher die Doppelverbindung gespalten wird, weit über der Bildungstemperatur der Kontaktgesteine liegen. Wie erhalten somit nur zwei Kombinationen, die in Kontaktgesteinen existieren können, nämlich Korund-Spinell (in manchen Hornfelsen) und Periklas-Spinell (in manchen konkaktmetamorphen Dolomiten). Nach GRUBENMANN (l. c.) ist das Molekularvolumen des Spinells *größer* als dasjenige, welches der Summe der Einzelverbindungen entspricht. In krystallinen Schiefern, die unter sehr hohem Druck gebildet sind, wäre somit die Mineralkombination Korund-Periklas immerhin denkbar.

In den gewöhnlichen Kontaktgesteinen der Reihe Tonschiefer-Mergelschiefer fehlen Korund und Spinell, da der Ueberschuß an freier Kieselsäure die Bildung dieser Mineralien verhindert.



Auf die Möglichkeit, den Cordierit als Additionsprodukt von Spinell und Quarz aufzufassen, hat schon MOROZEWICZ (l. c.) hingewiesen. Er vergleicht das Verhältnis des Cordierits zum Spinell mit dem Verhältnis des Andalusits zum Korund.

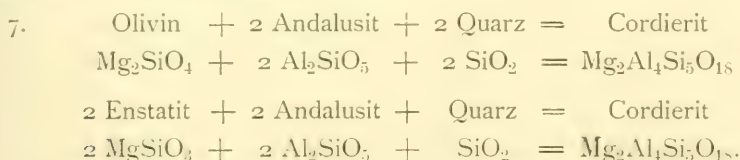
Betrachten wir dieses Zweistoffsystem auf Grundlage der Doppelsalzesetze, so erhalten wir als mögliche Mineralkombinationen (von der Temperatur des Umwandlungspunkts abgesehn):

Spinell, Quarz
 Cordierit, Quarz
 Cordierit, Spinell.

Die erste dieser Kombinationen ist bis jetzt noch nie realisiert; der Umwandlungspunkt, oberhalb dessen der Cordierit in Spinell und freie Kieselsäure zerfällt, dürfte weit oberhalb der Bildungstemperatur von Kontaktgesteinen liegen. Die Kombination Cordierit-Spinell kommt in den Kontaktgesteinen der gewöhnlichen Reihe Tonschiefer-Mergelschiefer nicht in Betracht, weil die Spinellbildung durch den Ueberschuß an freier Kieselsäure verhindert wird. In den Spinell-Hornfelsen ist dagegen die Mineralassoziation Spinell-Cordierit sehr häufig.

Die Kombination Cordierit-Quarz ist in den gewöhnlichsten Tonschieferhornfelsen sehr verbreitet.

Durch Druck wird der Zerfall des Cordierits in Spinell und Quarz begünstigt, vergl. GRUBENMANN (l. c.).



Auch der Zerfall des Cordierits unter Bildung von Quarz, Magnesia-silikaten und Andalusit findet wahrscheinlich erst bei Temperaturen statt, welche die Bildungstemperatur der gewöhnlichen Kontaktgesteine überschreiten.

In den Hornfelsen des Kristianiagebiets habe ich niemals neben Andalusit und Quarz noch Olivin oder Enstatit gefunden.

Bei der Bildung einer dreifachen Verbindung aus drei einzelnen Verbindungen, wie in den obigen Reaktionen, können (abgesehn von der

¹ Ich habe die wasserfreie Cordieritformel gewählt; die Darstellung aus trockenem Schmelzfluß (MOROZEWICZ, Tscherma's min.-petrogr. Mitt. 18, 1898) ist dafür beweisend.

Temperatur des Umwandlungspunkts) *drei Verbindungen nebeneinander als Bodenkörper* auftreten. Sehn wir von den beiden Kombinationen ab, welche die linke Seite der zwei oben stehenden Gleichungen darstellen, so erhalten wir folgende Kombinationen von je drei Mineralien:

1. Olivin, Andalusit, Cordierit.
2. Olivin, Quarz, Cordierit.
3. Andalusit, Quarz, Cordierit.
4. Enstatit, Andalusit, Cordierit.
5. Enstatit, Quarz, Cordierit.
6. Olivin, Enstatit, Quarz.
7. Olivin, Enstatit, Cordierit.
8. Olivin, Enstatit, Andalusit.

Für die Kontaktprodukte der gewöhnlichen Reihe Tonschiefer-Mergelschiefer kommen die Olivin-haltigen Kombinationen nicht in Betracht¹, da Olivin sich mit freier Kieselsäure zu Enstatit verbindet. Wir behalten somit für diese Gesteinsreihe nur die Kombinationen 3, 4 und 5 übrig. Bei einem Ueberschuß an freier Kieselsäure, wie er in den Anfangsgliedern unsrer Hornfelsreihe stets vorhanden ist, fällt aber auch die Kombination 4 weg; denn wenn man zu der Mineralkombination:

Enstatit, Andalusit, Cordierit

noch Quarz hinzufügt, so hat man einen Bodenkörper zu viel (wenn nicht gerade die Temperatur des Umwandlungspunktes bei gegebenem Druck vorliegt). Nach der Phasenregel muß nun eine Reaktion eintreten, die so weit verläuft, bis eines der vier Mineralien *vollständig* aufgebraucht ist. Da wir Quarz im Ueberschuß angenommen haben, so muß eins der drei andern Mineralien verschwinden. Falls der Cordierit verschwindet, so erhalten wir die linke Seite der Gleichung:



Die Mineralkombination auf der linken Seite dieser Gleichung ist aber nur über dem Umwandlungspunkt stabil, diese Mineralkombination kommt also für unsre Kontaktgesteine nicht in Betracht, wie schon oben vorausgesetzt wurde.

Als einzig mögliche Mineralkombinationen in der gewöhnlichen Hornfelsreihe erhalten wir demnach:

Andalusit, Quarz, Cordierit

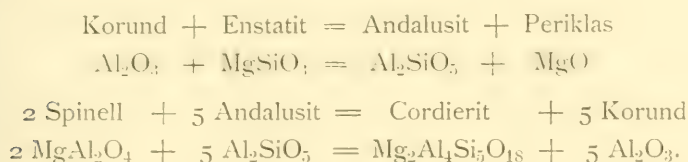
Enstatit, Quarz, Cordierit.

Beide Kombinationen kommen in den Kontaktgesteinen des Kristiania-gebiets häufig vor.

¹ Das System 6 fällt ohnedies weg, vergl. oben Abschnitt 4.

Für die Mineralbildung in solchen Hornfelsen, die aus kieselsäure-armen Tonschiefern entstanden sind, kommen endlich noch einige Umsetzungen zwischen den oben aufgezählten Mineralien in Betracht.

Solche Umsetzungen sind zum Beispiel:



und andere ähnliche Reaktionen, die ich nicht aufzuzählen brauche. Alle derartigen Umsetzungen lassen sich, wie im vorigen Kapitel dargelegt wurde, nach den Prinzipien für das heterogene Gleichgewicht diskutieren.

Auf die Umsetzungen von Verbindungen aus Kieselsäure, Tonerde und Magnesia brauche ich hier nicht näher einzugehn, da sie ohne spezielles Interesse für die Gesteine der gewöhnlichen Reihe Tonschieferhornfels-Mergelhornfels sind.

Will man dagegen den Mineralbestand von Korund- und Spinell-Hornfelsen diskutieren, so ist es notwendig, die obigen Umsetzungen zu behandeln.

Ueber den Mineralbestand kieselsäurereicher kalkfreier Tonschieferhornfelse.

Für die Bindung von Kieselsäure, Tonerde und Magnesia (mit etwas Eisenoxydul) erhalten wir unter Vernachlässigung der Alkalien folgendes Schema:

1. Andalusit, Quarz, Cordierit oder
2. Enstatit, Quarz, Cordierit.

In den normalen Tonschiefern ist das Mengenverhältnis



so groß, daß man nach Absättigung aller Magnesia im Cordierit noch einen Rest von Tonerde übrig behält, der in Andalusit eingeht. Wir müssen daher die Mineralkombination 1 erhalten.

Tritt zu den Bestandteilen des Gesteins noch Natron, so verbindet es sich mit Tonerde und Kieselsäure zu Albit¹. Dadurch wird sowohl die Menge des freien Quarzes, wie auch die des Andalusits, vermindert.

¹ Ein kleiner Teil des Natrons (bei sehr geringen Natronmengen vielleicht alles Natron) geht wohl in den Glimmer ein. In den Korund- und Spinell-Hornfelsen wäre das Auftreten von Nephelin nicht undenkbar.

Wichtiger als das Natron ist Kali, das in den Tonschiefern meist in größerer Menge zugegen ist. Es wirkt durch Bildung von Kalifeldspat vermindern auf die Menge von Quarz und Andalusit.

Ferner wird Kali zum Teil in Form von Kaliglimmer gebunden. Dabei wird eine dreifach größere Tonerdemenge gebunden, als wenn Feldspat entsteht.

Das Mengenverhältnis von Kalifeldspat und Kaliglimmer läßt sich sehr schwer vom physikalisch-chemischen Standpunkt exakt diskutieren, weil in den Kaliglimmer noch Wasser eingeht, über dessen Menge im Gestein während der Metamorphose wir nichts wissen.

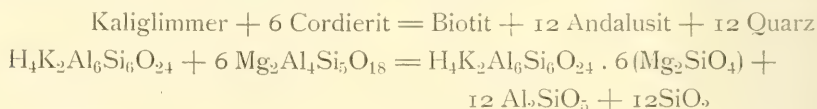
Wenn wir die Formeln von Kalifeldspat und Kaliglimmer vergleichen:



so können wir immerhin voraussetzen, daß Kaliglimmer vorzugsweise in den an Tonerde reichsten Hornfelsen auftreten muß, Kalifeldspat vorzugsweise in den an Tonerde armen. Es kommt aber noch die Komplikation dazu, daß Kaliglimmer bei sehr hohen Temperaturen bestandunfähig wird. Die Umwandlungstemperatur wird wahrscheinlich vom Druck beeinflusst.

Ist in dem Tonschieferhornfels ein Teil des Kalis in Form von Kaliglimmer gebunden, so wirkt dies auf die Bindungsweise von Magnesia (und Eisenoxydul) zurück.

Der Kaliglimmer kann nämlich Magnesia in Form von Orthosilikat aufnehmen, wobei Biotit gebildet wird; es handelt sich um folgende Reaktion¹:



Es handelt sich hier um ein System aus vier Stoffen, nämlich Kaliglimmer, Cordierit, Andalusit und Quarz. In der Gleichung sind fünf Mineralien enthalten, die als Bodenkörper auftreten können, und zwar können je vier nebeneinander vorkommen².

¹ Wir wollen in der folgenden Auseinandersetzung von der unzutreffenden Voraussetzung ausgehen, daß Biotit und Kaliglimmer keine festen Mischkrystalle bilden. Wir dürfen aber anderseits annehmen, daß Kaliglimmer und Biotit nicht unbegrenzt isomorph mischbar sind, sondern daß eine Lücke in der Mischungsreihe besteht.

² In manchen Hornfelsen finden wir *scheinbar* diesen Fall, daß alle fünf Mineralien nebeneinander entstanden sind. Sowohl in den Kontaktzonen des Krisianiagebiets, wie auch in andern Gegenden, sind Hornfelse gefunden worden, die neben Cordierit, Andalusit, Biotit und Quarz auch noch Kaliglimmer führen.

In allen solchen Fällen, die mir bis jetzt zur Kenntnis gekommen sind, ist aber der Kaliglimmer *nicht gleichzeitig* mit den vier andern Mineralien gebildet. In den meisten Fällen ist er sekundär aus Cordierit entstanden, ein Prozeß, der natürlich von dem Gleichgewichtszustand während der Kontaktmetamorphose ganz unabhängig ist. In einem der untersuchten Fälle (Andlau) ist wohl ein Teil des Kaliglimmers als „Relikt“ aus dem Zustand der „Knotenglimmerschiefer“ aufzufassen, der übrige Teil ist auch hier sekundär gebildet.

An der einen Seite des Umwandlungspunkts liegen folgende drei Kombinationen:

1. Kaliglimmer, Cordierit, Quarz, Andalusit.
2. Kaliglimmer, Cordierit, Quarz, Biotit.
3. Kaliglimmer, Cordierit, Biotit, Andalusit.

An der andern Seite des Umwandlungspunkts liegen folgende zwei Kombinationen:

4. Biotit, Andalusit, Quarz, Kaliglimmer.
5. Biotit, Andalusit, Quarz, Cordierit.

Von diesen Kombinationen fällt 3 *für unsern Fall* weg, da sie keinen Quarz enthält, der ja im reinen Tonschieferhornfels im Überschuß vorhanden ist. Die andern vier Kombinationen dürften alle realisierbar sein.

In den kontaktmetamorphen Tonschiefern des Kristianiagebiets finden wir sehr häufig den Fall 5. Auch der Fall 2 kommt in den Hornfelsen des Kristianiagebiets vor.

Die typische Mineralkombination eines *kalkfreien* Tonschieferhornfelses im Kristianiagebiet ist nach obigem die folgende:

Cordierit, Quarz, Andalusit, Biotit, Albit, wozu meist noch Kalifeldspat kommt.

Eisenoxyd ist, falls es vorhanden ist, in Form von Eisenerzen¹ gebunden.

Über die Bindung von Titansäure, Phosphorsäure und Schwefel siehe in einem der folgenden Abschnitte.

Bei Zunahme des Alkaligehalts, insbesondere des Kaligehalts, nimmt die Menge des Andalusits ab. Die Alkalimenge kann in seltenen Fällen so hoch sein, daß aller Andalusit zur Bildung von Feldspaten und Glimmer aufgebraucht wird. Steigt der Alkaligehalt noch höher, so steigt auch die Feldspat-Glimmer-Menge weiter an, wobei der Tonerdegehalt des Cordierits verbraucht wird. Der Magnesia-Eisenoxydul-Gehalt des Cordierits wird dann teils im Biotit gebunden, teils findet eine Bildung von rhombischem Pyroxen statt.

Ueber den Mineralbestand kalkhaltiger Tonschieferhornfelse (die Reihe Tonschieferhornfels-Mergelschieferhornfels).

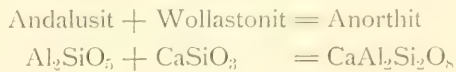
I.

Wir wollen den Fall betrachten, daß zu der im vorigen Abschnitt behandelten Kombination noch Kalk tritt, und zwar wollen wir vorerst nur

¹ Falls alles Eisenoxydul in Silikate eingeht, tritt nur Eisenglanz auf; ist noch Eisenoxydul vorhanden, so findet sich, neben Eisenglanz, Magnetit; respektive Magnetit ist das einzige Eisenerz. In sehr vielen Fällen mag das Eisenoxyd auch in den Biotit eingeht; dann fehlen Eisenerze oft vollständig.

einen ganz geringen Kalkgehalt¹ (etwa 1 %) annehmen. Bei dem als groß vorausgesetzten Kieselsäuregehalt können wir mit Sicherheit voraussetzen, daß aller Kalk in Form von Metasilikat gebunden wird. Erst bei einem sehr hohen Kalkgehalt in Verhältnis zur Kieselsäure käme die Entstehung von Kalkorthosilikat in Frage.

Die Hauptrolle bei dem Hinzutreten von Kalk zu der Mineralkombination eines kalkfreien Tonschieferhornfelses spielt folgende Reaktion:



das heißt, nicht *aus*, sondern *statt* Andalusit und Wollastonit² entsteht Anorthit. Der Umwandlungspunkt dieses Systems liegt über dem Schmelzpunkt des Anorthits, da man aus Schmelzen nie Andalusit (oder ein anderes Tonerdesilikat) neben Wollastonit erhalten hat. Durch Druck wird der Umwandlungspunkt erniedrigt, da Anorthit ein höheres Molekularvolumen hat, als einer Summe von Andalusit (respektive Disthen) und Wollastonit entspricht (vergl. GRUBENMANN, l. c.). Vielleicht könnte man erwarten, in dynamometamorphen Gesteinen, die unter sehr hohem Druck gebildet sind, Disthen neben Wollastonit zu finden.

Aus Kontaktgesteinen ist mir kein einziger sichergestellter Fall bekannt, in dem Wollastonit neben Andalusit nachgewiesen ist.

Der Anorthit, der sich derart aus dem Kalkgehalt des Hornfelses gebildet hat, geht nun mit dem Albit des Gesteins in isomorphe Mischung ein. Wir erhalten also einen kalkhaltigen Plagioklas als wesentlichen Gesteinsgemengteil, mit steigender Menge des Plagioklases sinkt die Menge des Andalusits.

Wir erhalten somit folgende Mineralkombination:

Cordierit, Quarz, Andalusit, Biotit, Plagioklas (Anorthit-haltig), wozu noch meist Kalifeldspat kommt.

Ueber die Nebengemengteile (Apatit u. s. w.) siehe in einem der folgenden Abschnitte.

II.

Lassen wir den Kalkgehalt des vorigen Gesteins weiter zunehmen, so wird immer mehr Anorthit auf Kosten von Andalusit gebildet. Als Grenzfall erhalten wir, dass aller Andalusit durch Anorthit ersetzt ist.

¹ Wir setzen in diesem und den folgenden Abschnitten voraus, daß kein großer Ueberdruck von Kohlensäure herrscht, daß sich also Calcit und Quarz unter Bildung von Kalksilikat umsetzen können.

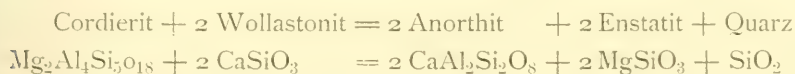
² Ich habe für das Calciummetasilikat den Namen Wollastonit gebraucht, die aufgestellten Beziehungen gelten natürlich auch für das trigonale Calciummetasilikat.

Wir erhalten somit folgende Mineralkombination:

Cordierit, Quarz, Biotit, Plagioklas (Anorthit-reicher als im vorigen Fall), wozu noch meist Kalifeldspat kommt.

III.

Lassen wir den Kalkgehalt weiter zunehmen, so können wir nicht mehr Anorthit auf Kosten von Andalusit erhalten. Es findet dann eine neue Reaktion statt. Der Cordierit wird gespalten, sein Gehalt an Tonerdesilikat verbindet sich mit Calciummetasilikat zu Anorthit, während rhombischer Pyroxen und Quarz aus dem Rest des Cordieritmoleküls entstehen. Der Zerfall mag folgender Reaktionsgleichung¹ entsprechen:



Wir haben also wieder ein Beispiel einer Umsetzung. Bei der Bildungstemperatur der Kontaktgesteine stellt unzweifelhaft die rechte Seite der Gleichung den stabilen Zustand dar. Ich kenne weder aus der Literatur noch aus eigener Beobachtung einen Fall, in dem Wollastonit neben Cordierit nachgewiesen ist.

In der obigen Gleichung ist natürlich Magnesia weitgehend durch Eisenoxydul ersetzbar. In den von mir untersuchten Fällen erwies sich der rhombische Pyroxen der Hornfelse stets als so eisenreich, daß man ihn als Broncit oder richtiger als Hypersthen bezeichnen muß.

Die Spaltung des Cordierits durch das Kalksilikat (unter Bildung von Hypersthen) kann erst erfolgen, sobald aller freie Andalusit zur Anorthitbildung aufgebraucht ist, denn rhombischer Pyroxen kann bei der Bildungstemperatur der Kontaktgesteine nicht neben Andalusit und Quarz bestehn.

Wir erhalten somit folgende Mineralkombination:

Cordierit, Quarz, Biotit, Plagioklas, Hypersthen, wozu oft noch Kalifeldspat kommt.

IV.

Ein Grenzfall bei weiter wachsendem Kalkgehalt tritt ein, sobald aller Cordierit aufgebraucht ist. Dann hat man den Mineralbestand:

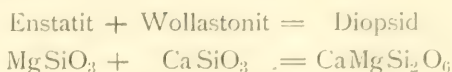
Quarz, Plagioklas, Biotit, Hypersthen, wozu oft noch Kalifeldspat kommt.

V.

Lassen wir den Kalkgehalt noch höher steigen, so tritt eine neue Reaktion ein. Statt rhombischem Pyroxen und Wollastonit entsteht diopsidi-

¹ Das ist natürlich so zu verstehn, daß nicht *aus*, sondern *statt* Cordierit + Wollastonit Bildung von Anorthit + Enstatit + Quarz stattfindet.

scher Pyroxen¹, wir wollen ihn der Kürze halber als Diopsid bezeichnen. Die Reaktion ist folgende:



Die rechte Seite der Gleichung ist bei allen Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes die stabile. Aus Schmelzen erhält man bekanntlich nie Enstatit neben Calciummetasilikat, sondern bei entsprechender Zusammensetzung immer die Doppelverbindung Diopsid.

Wir erhalten somit folgende Mineralkombination:

Quarz, Plagioklas, Biotit, Hypersthen, Diopsid, wozu oft noch Kalifeldspat kommt.

VI.

Bei noch weiter zunehmendem Kalkgehalt erreichen wir den Grenzfall, daß aller rhombische Pyroxen unter Bildung von diopsidischem Pyroxen aufgebraucht wird. Wir erhalten bei diesem Grenzfall folgenden Mineralbestand:

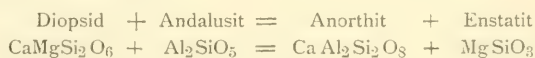
Quarz, Plagioklas, Biotit, Diopsid, wozu oft noch Kalifeldspat kommt.

VII.

Bei noch weiter steigendem Kalkgehalt tritt eine neue Reaktion ein, die *Spaltung von Biotit unter Bildung von Kalifeldspat*. Dabei wird einerseits Tonerde frei (vergl. p. 134), die im Anorthit gebunden wird, andererseits *Magnesia* und *Eisenoxydul*, die in diopsidischen Pyroxen eingehn. Das freiwerdende Wasser wird nicht chemisch gebunden.

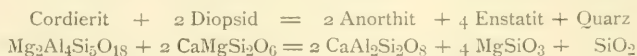
Man hat sehr oft Gelegenheit, in Hornfelsen dieser Gruppe zu beobachten, wie der Gehalt an Biotit mit steigendem Kalkgehalt abnimmt und schließlich gänzlich verschwindet.

¹ In Andalusit-führenden Hornfelsen tritt diopsidischer Pyroxen niemals auf. Bei der folgenden doppelten Umsetzung:



muß demnach die rechte Seite der Gleichung bei der Bildungstemperatur der Hornfelse die stabile sein.

Auch neben Cordierit kann diopsidischer Pyroxen bei der Bildungstemperatur und den gewöhnlichen Drucken der Hornfelse nicht bestehn. Bei der Gleichung:



repräsentiert offenbar die rechte Seite den stabilen Zustand bei der Bildungstemperatur der Hornfelse, da ich immer nur die Mineralkombination der rechten Seite beobachtet habe, nie die der linken.

Diopsid entsteht demnach erst in Hornfelsen, die so kalkreich sind, daß weder Andalusit noch Cordierit auftritt.

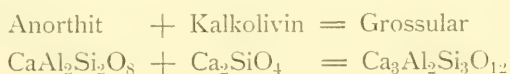
Wir erhalten somit als Grenzfall bei steigendem Kalkgehalt die Mineralkombination:

Quarz (fängt schon an, spärlich zu werden), *Plagioklas*, *Diopsid*, *Kalifeldspat*.

Die akzessorischen Gemengteile (Apatit, Titanit, u. s. w.) sind in einem der folgenden Abschnitte behandelt.

VIII.

Steigt der Kalkgehalt noch weiter, und ist noch *Kieselsäure* zur Bildung von Kalksilikat *disponibel*, so tritt folgende Reaktion ein:



Bei der gewöhnlichen Bildungstemperatur der Kontaktgesteine (und dem dabei gewöhnlichen Druck) entsteht die Doppelverbindung. Der Umwandlungspunkt liegt aber, bei Atmosphärendruck, unter dem Erstarrungspunkt der betreffenden Schmelzen, weshalb man Grossular nicht direkt aus Silikatschmelzen erhält¹. Man hat ihn bekanntlich unter Anwendung von Flußmitteln bei niedrigeren Temperaturen erhalten, als dem Schmelzpunkt der reinen Substanz entspräche. Durch Druck wird aber der Umwandlungspunkt gewiß stark nach oben verschoben, indem Grossular ein weit kleineres Molekularvolumen hat, als der Summe von Kalkolivin und Anorthit entspricht.

In solchen Hornfelsen, die noch einen Ueberschuß von freier Kieselsäure enthalten, kann man sich die Bildung des Grossulars folgendermaßen vorstellen:



Bei dieser Umsetzung entspricht die rechte Seite (bei Bildungstemperatur und Druck der gewöhnlichen Hornfelse) der stabilen Kombination.

Wir erhalten folgende Mineralkombination für Hornfelse dieser Art:

Quarz (nicht immer vorhanden), *Plagioklas*, *Diopsid*, *Kalifeldspat*, *Grossular*.

Es ist bemerkenswert, daß der Plagioklas in einem solchen Hornfels weniger reich an Anorthit ist, als der Plagioklas in dem nächst kalkärmeren Hornfels. Die Anorthitmenge nimmt nämlich durch die Bildung

¹ Dieser Schluß wurde schon von DOELTER gezogen (Phys. Chem. Min. p. 158).

von Grossular stetig ab. Wenn aller Anorthit mit Kalksilikat zu Grossular verbunden ist, so bleibt schließlich ein reiner *Albit* als Plagioklas des Gesteins zurück.

Mit so kalkreichen Hornfelsen, die alle Tonerde im *Grossular* gebunden enthalten, kommen wir aber von den Kontaktprodukten der Mergelschiefer zu den Kontaktprodukten mergeliger Kalksteine.

Klassifikation der Tonschiefer-Mergelschiefer-Hornfelse auf Grundlage des Mineralbestandes.

Im vorigen Abschnitt habe ich dargelegt, wie der Mineralbestand eines kontaktmetamorphen Tonschiefers durch Gegenwart steigender Kalkmengen beeinflusst werden muß.

In den Kontaktprodukten der Gesteinsreihe Tonschiefer-Mergelschiefer-Kalkstein haben wir eben den Fall, daß die Zusammensetzung der einzelnen Gesteine annähernd als Mischung von Tonschiefer und Kalk berechnet werden kann. Der Mineralbestand der Kontaktgesteine in dieser Reihe muß also dieselben Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen, die im vorigen Abschnitt abgeleitet wurden.

Auf Grundlage der Phasenregel habe ich gezeigt, welche Mineralien in Kontaktgesteinen nebeneinander vorkommen können, und welche sich gegenseitig ausschließen.

Einzelne Mineralien, wie Quarz und Orthoklas, können in allen Kontaktgesteinen dieser Gesteinsreihe auftreten, andere, wie Andalusit und Hypersthen, sind an bestimmte Werte des Kalkgehalts gebunden. Folgendes Schema gibt eine Uebersicht über die verschiedenen Mineralkombinationen der Reihe (wobei Quarz und Orthoklas der Kürze halber fortgelassen sind):

- | | | |
|----|-----------------------------------|---------------------|
| 1. | Andalusit, Cordierit, Albit, | Biotit. |
| 2. | Andalusit, Cordierit, Plagioklas, | Biotit. |
| 3. | Cordierit, Plagioklas, | Biotit. |
| 4. | Cordierit, Plagioklas, Biotit, | Hypersthen. |
| 5. | Plagioklas, Biotit, | Hypersthen. |
| 6. | Plagioklas, Biotit, Hypersthen, | Diopsid. |
| 7. | Plagioklas, Biotit, | Diopsid. |
| 8. | Plagioklas, | Diopsid. |
| 9. | Plagioklas, | Diopsid, Grossular. |

Wir sehn aus diesem Schema, daß es z. B. keinen Andalusit-Diopsid-Hornfels geben kann.

Wenn wir die Tonschiefer-Mergelschiefer-Hornfelse auf Grundlage dieser Reihe klassifizieren wollen, so liegt es nahe, sie nach den *charak-*

teristischen Mineralien zu benennen, welche die Stellung in der Reihe festlegen.

Bei dieser Einteilung wollen wir von den Glimmermineralien absehn, da deren Menge zum Teil durch einen fremden Faktor bedingt wird, nämlich den Wassergehalt während der Metamorphose, den wir nicht in Rechnung bringen können.

Als Grundlage der Einteilung behalten wir noch folgende sechs Mineralien zurück: *Andalusit*, *Plagioklas*, *Grossular*, *Cordierit*, *Hypersthen* und *Diopsid*. Die möglichen Kombinationen dieser Mineralien sind in den Hornfelsen (in der Reihenfolge zunehmenden Kalkgehalts im Gestein):

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| 1. Andalusit, | Cordierit |
| 2. Plagioklas, Andalusit | Cordierit |
| 3. Plagioklas | Cordierit |
| 4. Plagioklas | Hypersthen, Cordierit |
| 5. Plagioklas | Hypersthen |
| 6. Plagioklas | Diopsid, Hypersthen |
| 7. Plagioklas | Diopsid |
| 8. Grossular, Plagioklas | Diopsid. |

In den Mineralien der rechten Vertikalreihe ist der Gehalt des Gesteins an Magnesia und Eisenoxydul gebunden (soweit derselbe nicht in Biotit eingeht). Die Mineralien der linken Vertikalreihe enthalten alle die Tonerde, die nicht in Albit, Glimmern und Cordierit gebunden ist.

Auf Grundlage dieser Reihe können wir die Hornfelse der Gesteinsreihe Tonschiefer-Mergelschiefer in acht Klassen einteilen, nämlich:

- Klasse 1. *Andalusit-Cordierit-Hornfels.*
- Klasse 2. *Plagioklas-Andalusit-Cordierit-Hornfels.*
- Klasse 3. *Plagioklas-Cordierit-Hornfels*¹.
- Klasse 4. *Plagioklas-Hypersthen-Cordierit-Hornfels.*
- Klasse 5. *Plagioklas-Hypersthen-Hornfels.*
- Klasse 6. *Plagioklas-Diopsid-Hypersthen-Hornfels.*
- Klasse 7. *Plagioklas-Diopsid-Hornfels.*
- Klasse 8. *Grossular-Plagioklas-Diopsid-Hornfels.*

Alle diese Hornfelse sollen nach der Phasenregel existenzfähig sein, das stimmt mit der petrographischen Erfahrung, denn wir kennen Beispiele für jede der acht Klassen. In einem der folgenden Abschnitte werde ich die Tonschiefer-Mergelschiefer-Hornfelse des Kristianiagebiets, nach Klassen geordnet, beschreiben.

¹ Die Menge des Cordierits kann hier mitunter gegen Null sinken, sodaß Plagioklas-Biotit-Hornfelse entstehen.

Hingegen fand ich in keinem einzigen Fall einen Tonschiefer-Mergelschiefer-Hornfels, dessen Mineralkombination sich nicht in die obige Reihe einfügen ließ. Mehrere ältere Angaben über Andalusit-Hornfelse ohne Cordierit erwiesen sich bei meiner Nachprüfung als unzutreffend.

Ich glaube, daß die Einteilung der Tonschiefer-Mergelschiefer-Hornfelse in Klassen, entsprechend dem Mineralbestand, den Anforderungen genügt, die an ein natürliches System gestellt werden müssen.

Die Hornfelse der Klassen 1, 2 und 3 entsprechen den Tonschiefer-Hornfelsen. Die Hornfelse der Klassen 4, 5, 6 und 7 entsprechen den Mergelschiefer-Hornfelsen, während 8 schon den Uebergang zu den Kontaktprodukten mergeliger Kalksteine vermittelt.

Sofern Kaliglimmer und Biotit fehlen, ist der gesamte Kaligehalt des Gesteins in Kalifeldspat gebunden, der in allen Klassen auftreten kann und in der Klasse 8 das einzige primäre Kalimineral ist.

Der Natrongehalt ist in allen Klassen als Albit gebunden; in den Hornfelsen der Klasse 1 tritt reiner Albit auf, in den Hornfelsen höherer Klassen dagegen in isomorpher Mischung mit Anorthit.

Bei Hornfelsen, die mit idealer Genauigkeit als Mischungen von Tonschiefer-Hornfels und Kalk berechnet werden können, würde der Anorthitgehalt im Plagioklas bis zur Klasse 7 stetig steigen. In der Klasse 8 würde der Anorthitgehalt dann abnehmen, bis wir in der Klasse 9 (siehe unten) wieder reinen Albit als einzigen Plagioklas haben.

So genau verläuft die natürliche Reihe aber nicht, da der Gehalt an Alkalien, Magnesia und Tonerde in den Tonschiefern kleinen Schwankungen unterworfen ist. Im großen und ganzen läßt sich aber stets zeigen, daß in den Hornfelsen der Klassen 1 und 9 nur Spuren von Anorthit vorkommen, in den dazwischenliegenden dagegen oft sehr viel Anorthit.

Die Phosphorsäure ist in den Hornfelsen aller Klassen in Form von Apatit gebunden. Die Affinität zwischen Kalk und Phosphorsäure muß größer sein, als die zwischen Kalk und Kieselsäure. Selbst in den ganz kalkarmen Hornfelsen der Klasse 1 ist Apatit vorhanden.

Die Bindung der Titansäure ist in den Hornfelsen der verschiedenen Klassen eine sehr verschiedene. In den Hornfelsen der Klasse 1 tritt sie als Rutil auf, da kein genügender Kalkgehalt zur Bildung von Titanit vorhanden ist. Ist viel Eisen vorhanden, so wird wohl Ilmenit unter den opaken Substanzen auftreten.

In den Biotit-reichen Hornfelsen der Klassen 3, 4, 5, 6 und 7 ist alle Titansäure im Biotit gebunden, daneben tritt in der Regel kein weiteres Titanmineral auf. In Biotit-ärmeren Hornfelsen dieser Klassen tritt noch Ilmenit auf (vergl. den Essexithornfels von Aarvold, Anhang zu den Horn-

felsen der Klasse 6). In den Biotit-armen Hornfelsen der Klasse 7 ist die Hauptmenge der Titansäure in Form von Titanit gebunden. In den Biotit-freien Hornfelsen der Klasse 7 und in denen der Klasse 8 ist Titanit das einzige Titanmineral.

In den Kontaktprodukten kieselsäurearmer Kalksteine käme als Titanmineral noch Perowskit in Frage, dieses Mineral ist aber bis jetzt nicht in den Kontaktgesteinen des Kristianiagebiets nachgewiesen.

Zirkonium ist in den gewöhnlichen Hornfelsen als Zirkon gebunden, zum Teil dürfte es auch in den Biotit eingehn.

Schwefel tritt in unsern (Graphit-reichen) Hornfelsen der Klassen 1 und 2 nur in Magnetkies auf. Auch in den Hornfelsen der höheren Klassen ist Magnetkies viel häufiger als Schwefelkies.

Kalkspat tritt in den Hornfelsen der höheren Klassen häufig auf, besonders in relativ Quarz-armen Gesteinen.

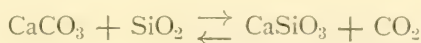
Ist in Hornfelsen der Klassen 1 und 2 dreiwertiges Eisen vorhanden, so wird es in Form von Eisenerzen gebunden. Auch in den Hornfelsen höherer Klassen treten Eisenerze auf, ihre Menge ist hier meist recht unbedeutend. Wahrscheinlich kann der Biotit, wie auch der Pyroxen der Kontaktgesteine, eine nicht ganz geringe Menge dreiwertigen Eisens aufnehmen. In den Hornfelsen der Klasse 8 dürfte fast alles dreiwertige Eisen in den Granat eingehn.

Die meist ganz geringe Menge von Manganoxydul wird in derselben Weise gebunden, wie das Eisenoxydul.

In dem folgenden Abschnitt werde ich die Kontaktprodukte mergeliger Kalksteine kurz besprechen. Dieselben schließen sich eng an die Kontaktprodukte der Mergelschiefer an. Dementsprechend kann man zu den 8 schon besprochenen Hornfelsklassen noch zwei weitere fügen, die Klassen 9 und 10.

Die Kontaktprodukte mergeliger Kalksteine und ihre Klassifikation.

Die Produkte der Kontaktmetamorphose sind in diesen Gesteinen größtenteils von dem Gleichgewicht zwischen Kohlensäure, Kieselsäure und CaO abhängig. Es handelt sich um die reversible Reaktion:



In den ältern Lehrbüchern ist diese Reaktion mitunter als Beispiel für den Einfluß des Drucks auf reversible Reaktionen angeführt. Das Volumen der Kohlensäure wurde dabei in der Regel vernachlässigt, indem man annahm, daß dieselbe entweichen kann. In Wirklichkeit ist aber *das*

Verhalten der Kohlensäure entscheidend für der Verlauf der Reaktion; diese richtige Auffassung des Reaktionsverlaufs findet sich schon in der zweiten Auflage von GRUBENMANN'S bekanntem Buch »Die kristallinen Schiefer«.

Ueber den Verlauf der Reaktion können wir uns eine Vorstellung machen, wenn wir annehmen, eine bestimmte Menge Kalkspat und Quarz (beide fein gepulvert und gemischt) sei in einem luftdicht verschlossenen Gefäß auf 1000° erhitzt. Dann wird ein Teil des Kalkspats mit Quarz reagieren und Wollastonit ergeben. Gleichzeitig entsteht durch die Reaktion freie Kohlensäure. Die Menge der freien Kohlensäure, und damit ihr Druck in dem geschlossenen Gefäß, wird proportional der Menge des Wollastonits wachsen (bei konstanter Temperatur).

Bei steigendem Druck wird aber die umgekehrte Reaktion begünstigt, bei der Kalkspat und Quarz aus Wollastonit und Kohlensäure entstehen.

Man kommt derart bei einem bestimmten Druck (dem Gleichgewichtsdruck der Kohlensäure bei der betreffenden Temperatur) zu einem Gleichgewicht zwischen Quarz, Wollastonit, Kalkspat und Kohlensäure.

Der Gleichgewichtsdruck der Kohlensäure ist nur von der Temperatur abhängig, nicht aber von den relativen oder absoluten Mengen an Quarz, Wollastonit und Kalkspat.

Dieselbe Reaktion spielt sich bei der Kontaktmetamorphose von mergeligen Kalksteinen ab. Ob dabei Wollastonit entsteht, oder andere kalkhaltige Silikate, ist von untergeordneter Bedeutung (indem nur die Größe des Gleichgewichtsdrucks etwas geändert wird).

Kann alle Kohlensäure entweichen, so wird sich aller vorhandene Quarz mit CaO verbinden, sofern Kalkspat im Ueberschuß vorhanden ist. Kann die Kohlensäure dagegen nicht entweichen, was bei Tiefengesteinskontakten sicher oft der Fall ist, so wird der Partialdruck der Kohlensäure in den Poren des Gesteins mit der Menge der neugebildeten Kalksilikate ansteigen, bis der Gleichgewichtsdruck¹ (bei der betreffenden Temperatur) erreicht ist. Dann kann keine weitere Silikatbildung auf Kosten von Kalkspat stattfinden, Quarz kann bei diesem Gleichgewichtsdruck an Kohlensäure neben Kalkspat² existieren.

¹ Ist der auf dem Gestein lastende statische Druck von vornherein größer als der Gleichgewichtsdruck der Kohlensäure bei der betreffenden Temperatur, so wird überhaupt keine Silikatbildung auf Kosten von Karbonat stattfinden.

² Der Kalkspat kann sich beim Gleichgewichtsdruck natürlich nicht in CaO und CO₂ spalten. Würde er sich spalten, so entstünde aus CaO und SiO₂ weiterer Wollastonit, was gegen die Definition des Gleichgewichts verstoßen würde. Der Gleichgewichtsdruck bei Gegenwart von Wollastonit und Quarz ist also stets größer als der Dissoziationsdruck von Kalkspat allein.

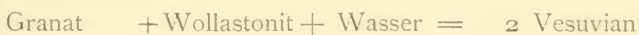
Bei der Kontaktmetamorphose von Mergelschiefern spielt der Einfluß des Kohlensäuredrucks auf die Vollständigkeit des Reaktionsverlaufs nur eine geringe Rolle. Die Menge des Karbonats ist immerhin nicht sehr groß im Verhältnis zum Gesamtvolumen der Gesteinsmasse, sodaß der Partialdruck der Kohlensäure selten sehr hohe Werte erreichen mag. In kontaktmetamorphen Mergelschiefern ist die Reaktion zwischen Quarz und Kalkspat daher meist vollständig verlaufen, das heißt, bis aller Kalkspat verbraucht worden ist.

Im folgenden wollen wir annehmen, daß auch in den mergeligen Kalksteinen die Reaktion zwischen Kalk und Kieselsäure vollständig verläuft. Falls wir einen ungesättigten Rest von Kalkspat zurückbehalten, so hat das auf den Gleichgewichtszustand zwischen den Silikatkomponenten keinen Einfluß, der Kalkspat wirkt etwa wie ein neutrales Verdünnungsmittel des Gesteins.

Bei der Klassifikation der Kalksilikatfelse knüpfen wir am besten bei den Mergelschieferhornfelsen an (siehe das vorige Kapitel). Die charakteristische Mineralkombination im Fall der Klasse 8 war: Grossular, Plagioklas, Diopsid. Bei weiterer Vermehrung des Gehaltes an Kalksilikat kommen wir dann zu einem Gestein, in welchem die Anorthitkomponente des Plagioklases gänzlich durch Grossular ersetzt ist, wir erhalten also ein Grossular-Diopsid-Gestein. Der Alkaligehalt des Gesteins ist in Albit und Kalifeldspat gebunden, der Titangehalt in Titanit, Phosphorsäure in Apatit. Gesteine dieser Art sind als Hornfelse der Klasse 9 zu bezeichnen.

Gehn wir von dem Grossular-Diopsid-Gestein der Klasse 9 aus und lassen wir die Menge des Kalksilikats weiter zunehmen, so erhalten wir einen weiteren Bestandteil, den Wollastonit. Als Hornfelse der Klasse 10 können wir Gesteine mit der Mineralkombination Grossular, Wollastonit, Diopsid bezeichnen.

Eine interessante Variation der Klasse 10 erhalten wir, wenn während der Kontaktmetamorphose *Wasser* disponibel ist. Dann reagieren die Bestandteile von Grossular und Wollastonit unter Bildung von Vesuvian, etwa nach folgendem Schema:



Das zu dieser Reaktion notwendige Wasser dürfte in vielen Fällen pneumatolytischen Ursprungs sein, hierfür spricht das Auftreten geringer Mengen von F und B_2O_3 im Vesuvian. Die Vesuvian-führenden Kontaktgesteine führen daher teilweise zu denjenigen Gesteinsgruppen hinüber, die unter wesentlicher Mitwirkung pneumatolytischer Prozesse gebildet sind. Die vorliegenden Beobachtungen bestätigen die genetischen Beziehungen zwischen Granat, Wollastonit und Vesuvian. Wohl an allen Fundorten wird der Vesuvian von Kalktongranat begleitet und in sehr vielen Fällen gleichzeitig von Wollastonit. Letzteres deutet auf Fehlen von

Wasser oder vielleicht auf einen nicht vollständigen Reaktionsverlauf. Das schönste Beispiel für Gesteine mit Grossular, Wollastonit und Vesuvian bietet der Schurf von Sata bei Konnerudkollen.

Die charakteristischen Mineralien in Hornfelsen der Klassen 9 und 10 sind demnach:

| | | |
|------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Klasse 9. | <i>Grossular</i> | <i>Diopsid</i> |
| Klasse 10. | <i>Grossular</i> | <i>Wollastonit, Diopsid</i> |
| | oder <i>Vesuvian, Grossular</i> | <i>Diopsid</i> |
| | oder <i>Vesuvian, Grossular</i> | <i>Wollastonit, Diopsid</i> |

Im folgenden werde ich auch einige Typen von Kalksilikatgesteinen beschreiben; im mineralogischen Teil komme ich mehrfach auf diese Gesteine zurück.

Beschreibung von Kontaktgesteinen der Reihe Tonschiefer-Mergelschiefer-Mergeliger Kalkstein (Hornfelse der Klassen 1—10).

Hornfelse der Klasse 1, Andalusit-Cordierit-Hornfelse.

Hornfelse der Klasse 2, Plagioklas-Andalusit-Cordierit-Hornfelse.

Die Hornfelse der Klassen 1 und 2 unterscheiden sich dadurch, daß der Plagioklas in Gesteinen der ersten Klasse ein reiner Albit ist, in denen der zweiten dagegen eine erhebliche Menge des Anorthitsilikats enthält. Zu der ersten Klasse gehören solche Tonschiefer, die praktisch genommen frei von Kalk sind, in Gesteinen der zweiten Klasse mag der Kalkgehalt den Wert von 3,5 % erreichen. Eine scharfe Grenze ist naturgemäß nicht vorhanden, man könnte eine willkürliche Grenze derart definieren, daß Hornfelse, in denen mehr Tonerde in Andalusit gebunden ist, als im Anorthit, zu der ersten Klasse gezählt werden; solche, die zwar noch Andalusit enthalten, aber in geringerer Menge, zur zweiten Klasse.

Im folgenden werde ich Beispiele von Hornfelsen dieser Klassen beschreiben.

Im Kristianiagebiet sind Andalusit-führende Kontaktgesteine sehr verbreitet, und zwar finden sie sich in den Kontaktprodukten von cambrischen und untersilurischen Sedimenten. Die sogenannten Alaunschiefer und der Phyllograptus-Schiefer sind nach der Kontaktmetamorphose stets mit Chiasolithprismen gespickt. Neben Andalusit findet sich hier immer Cordierit in bedeutender Menge, ich habe niemals Cordierit-freie Andalusit-Hornfelse gesehen; falls solche überhaupt vorkommen, müssen sie aus einem Tonschiefer mit exzeptionell niedrigem Magnesiagehalt entstanden sein, falls es sich nicht um ungewöhnlich Biotit-reiche Gesteine handelt. Wie sich

im Laufe meiner Arbeit herausstellte, sind auch die Andalusit-Hornfelse vom Andlantal (siehe unten) reich an Cordierit.

Als typisches Beispiel für einen Andalusit-Cordierit-Hornfels mögen die Kontaktprodukte des Phyllograptus-Schiefers (Etage 3 b) näher beschrieben werden. Besonders schön findet man diese Kontaktgesteine an der Grenze gegen Natrongranit bei Gunildrud am Ekernsee. Von diesem Fundort hat BRÖGGER (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 28, 1876, p. 69 und später in »Die silurischen Etagen 2 und 3«) die fossilführenden Chiasolith-Hornfelse ausführlich beschrieben. Ich untersuchte selbst gesammeltes Material aus derselben Kontaktzone, sowie Handstücke von BRÖGGER'S Originalmaterial.

Dünnschliffe zeigten dasselbe Bild, wie BRÖGGER es beschrieben hat (»Die sil. Et. 2 u. 3«, p. 354).

In einer Graphit-reichen, sehr feinkörnigen Grundmasse liegen große klare Chiasolithprismen. Die kleinen Andalusitkrystalle, die BRÖGGER aus demselben Gestein erwähnt, sind dagegen Cordierit, wie aus der niedrigeren Lichtbrechung, der schlechten Spaltbarkeit, vor allem aber aus der typischen Drillingsbildung hervorgeht. Wie schon BRÖGGER fand, sind diese kleinen Cordieritkrystalle weit intensiver durch kohlige Substanz getrübt, als die großen einschlußarmen Andalusite.

Außer Cordierit und Andalusit erkennt man noch einen ziemlich hell braunen Biotit, der dicke, ziemlich einschlußfreie Tafeln in der dunkeln Gesteinsgrundmasse bildet. Seine Menge ist nur gering, sie mag etwa ein Prozent der Gesteinsmasse betragen.

Kaliglimmer ist reichlich vorhanden, allerdings nur als *sekundäres* Mineral, das auf Kosten von Cordierit gebildet ist. An manchen Stellen sind die Cordieritkrystalle ganz zu einem Aggregat von Kaliglimmer umgewandelt.

Bei manchen Stücken von Andalusithornfels (z. B. von Hakedal) ist nicht nur der ganze Cordierit zu Kaliglimmer umgewandelt, sondern auch ein großer Teil des Andalusits.

Als primäres Mineral habe ich den Kaliglimmer in unsern Andalusithornfelsen niemals gefunden.

Einer der Hauptbestandteile in der sehr feinkörnigen Gesteinsmasse dürfte Quarz sein. Nach der Analyse muß sich auch Kalifeldspat in großer Menge an der Zusammensetzung des Gesteins beteiligen, ebenso Albit.

Diese Grundmasse ist durch zahllose winzige opake Körnchen fast undurchsichtig, es sind dies Körner von Graphit und Magnetkies.

Mit starker Vergrößerung kann man in der Grundmasse Apatitnadeln unterscheiden (hohe Lichtbrechung, schwache Doppelbrechung, gerade Auslöschung mit negativem Charakter der Längsrichtung). Erst durch den hohen Titansäuregehalt (siehe die Analyse) wurde ich auf den Rutil auf-

merksam. Diesen findet man erst bei Anwendung stärkster Vergrößerungen, da die winzigen, stark lichtbrechenden Nadeln zwischen den opaken Körnern der Grundmasse ganz versteckt sind. Die Rutilnadeln sind nicht größer als die gewöhnlichen Tonschiefernadeln, sie sind zimtbraun gefärbt. Die Menge des Rutils ist recht bedeutend, man erkennt dieselbe am besten bei gekreuzten Nikols unter Anwendung stärkster Vergrößerung. Die Rutilnadeln treten dann durch ihre hohe Doppelbrechung hervor.

Makroskopisch erkennt man in diesen dunkeln Hornfelsen zuerst den Andalusit in bis centimeterlangen scharfen Prismen. Bei genauerer Betrachtung sieht man außerdem zahllose winzige fettglänzende Pünktchen, die Cordieritkrystalle. Der Rest der Gesteinsmasse erscheint dem bloßen Auge völlig dicht, nur hier und da macht sich ein Streifen von Magnetkies bemerkbar. Der Magnetkies ist unzweifelhaft aus dem Schwefelkies des ursprünglichen Gesteins entstanden.

Die Chiastolith-reichen Schichten wechseln mit solchen, die nur wenige Chiastolithprismen führen, der Cordierit ist in beiden enthalten. Es erschien von Interesse, die Zusammensetzung der Chiastolith-reichen Hornfelse zu erfahren, ich bat deshalb Herrn Professor Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg, eine Analyse auszuführen. Zur Analyse wurde ein Handstück benutzt, von dem ich einen Dünnschliff untersucht hatte (dies gilt für alle Gesteinsanalysen, welche in dieser Arbeit veröffentlicht sind). Folgendes sind die Resultate der Analyse:

Hornfels der Klasse 1. Gunildrud, Kontaktzone an Natrongranit.

| | |
|--|-------|
| SiO ₂ | 62,80 |
| TiO ₂ | 1,36 |
| Al ₂ O ₃ | 19,74 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,0 |
| FeO | 1,98 |
| MnO | 0,02 |
| MgO | 1,34 |
| CaO | 0,87 |
| Na ₂ O | 1,22 |
| K ₂ O | 6,56 |
| P ₂ O ₅ | 0,60 |
| S | 0,52 |
| Glühverlust | 2,71 |
| | 99,72 |
| ÷ O = S | 23 |
| | 99,49 |

Eine direkte Bestimmung des Wassers ergab:

H₂O unter 110° . . . 0,27 %

H₂O über 110° . . . 0,86 »

Die Differenz¹ zwischen dem gesamten Glühverlust und dem direkt bestimmten Wasser ist als Kohlenstoff aufzufassen, daraus ergibt sich:

C 1,58 %

Der Graphitgehalt des Gesteins ist von ursprünglicher bituminöser Substanz abzuleiten, an manchen Stellen sollen die unveränderten Alaunschiefer sogar bis 20 % Bitumen und Kohle enthalten, ein so hoher Gehalt gehört allerdings zu den Ausnahmen.

Die Analyse des Hornfelses von Gunildrud läßt sich auf Grundlage der petrographischen Untersuchung folgendermaßen berechnen.

Der Schwefel wird im Magnetkies (Fe₇S₈) gebunden, die Phosphorsäure im Apatit (Fluorapatit). Die Titansäure wird als Rutil verrechnet (abzüglich 0,04 % im Biotit). Bei dieser Berechnung bleiben nur 0,08 % CaO für Anorthit übrig, *der Hornfels ist also ein typischer Repräsentant der Klasse I.* Die gesamte Natronmenge (abzüglich 0,01 % im Biotit) wird als Albit verrechnet. Man erhält folgende Zahlen:

Graphit 1,58 %

Magnetkies 1,32 »

Apatit 1,43 »

Rutil 1,32 »

Anorthit 0,40 »

Albit 10,24 »

Folgender Rest bleibt zurück:

SiO₂ 55,60

Al₂O₃ 17,59

FeO 0,95

MnO 0,02

MgO 1,34

K₂O 6,56

H₂O 1,13

Diesen Rest kann man berechnen, indem man die Menge des Biotits schätzungsweise als 1 % der Gesteinsmasse annimmt. Als Zusammen-

¹ Da im Gestein nicht ganz wenig Schwefel enthalten ist, so ist die Bestimmung des Kohlenstoffs als Differenz zwischen Glühverlust und Wasser natürlich nur angenähert richtig.

setzung des Biotits nehme ich JANNASCH'S Analyse des braunen Hornfelsbiotits an (siehe im mineralogischen Teil dieser Arbeit). Der Rest von Magnesia, Eisenoxydul und Manganoxydul wird als Cordierit verrechnet (und zwar nach der Wasser-haltigen Cordieritformel $H_2(Mg, Fe)_4Al_8Si_{10}O_{37}$, da er ja sicher sekundär Wasser aufgenommen hat). Die derart berechnete Zusammensetzung des Cordierits ist mit FARRINGTON'S¹ Analyse des Cordierits von Haddam Co. und SHIMIDUS'S² Analyse des Cordierits aus Hornfels von Kōdsuke (Japan) verglichen.

| | Gunildrud (berechnet) | Haddam | Kōdsuke |
|--------------------------------|--------------------------|--------|---------|
| SiO ₂ | 50,04 | 49,14 | 48,43 |
| Al ₂ O ₃ | 33,90 | 32,84 | 32,36 |
| Fe ₂ O ₃ | — | 0,63 | — |
| FeO | 5,29 | 5,04 | 8,55 |
| MnO | 0,14 | 0,19 | 1,32 |
| MgO | 9,12 | 10,40 | 7,81 |
| CaO | — | — | 0,46 |
| H ₂ O | 1,52 | 1,84 | 1,55 |
| | 100,01 | 100,08 | 100,48 |

Nach Abzug von 13,81 % Cordierit und 1,00 % Biotit bleibt folgender Rest zurück:

| | | |
|--------------------------------|-----------|-------|
| SiO ₂ | | 48,31 |
| Al ₂ O ₃ | | 12,73 |
| K ₂ O | | 6,48 |
| H ₂ O | | 0,89 |

Dieser Rest ist als Kalifeldspat, Kaliglimmer, Andalusit und Quarz zu berechnen. Man könnte die Menge des Kaliglimmers aus der Menge des Wassers berechnen, indem man nach Abzug von 0,27 % hygroskopischen Wassers den Rest von 0,62 % als nur im Kaliglimmer gebunden ansieht. Eine solche Annahme wäre aber keineswegs statthaft, indem die Pseudomorphosen von Kaliglimmer nach Cordierit durchwegs mehr Wasser enthalten, als der Formel des Kaliglimmers entspricht.

Wenn wir die Menge des Kaliglimmers schätzungsweise (nach der Menge im Dünnschliff) zu 5 % setzen, dann den Rest von Kali und Tonerde auf Kalifeldspat und Andalusit beziehen, so behalten wir noch einen

¹ Am. Journ. Sc., 47, 1892, 13.

² Bei KIKUCHI (Journ. of the Science College. Imp. Univ. Tokio, 3, 1890, p. 313).

bedeutenden Gehalt an freier Kieselsäure übrig. Der gesamte Mineralbestand des Hornfelses wäre nach dieser Berechnung:

| | |
|------------------------|-------|
| Kalifeldspat | 34,87 |
| Albit | 10,24 |
| Anorthit | 0,40 |
| Andalusit | 6,94 |
| Cordierit | 13,81 |
| Quarz | 20,97 |
| Biotit | 1,00 |
| Kaliglimmer | 5,00 |
| Rutil | 1,32 |
| Apatit | 1,43 |
| Magnetkies | 1,32 |
| Graphit | 1,58 |
| Wasser | 0,66 |
| | <hr/> |
| | 99,54 |

Diese Mengenverhältnisse der Mineralien stimmen gut mit den im Dünnschliff beobachteten überein.

Ganz ähnliche Kontaktprodukte liefert der Phyllograptusschiefer am Nordmarkit des Kirkebyfeldes in Hakedal. Ich beobachtete hier Chiastolith-hornfelse im Sommer 1909, später brachte Herr Amanuensis SCHETELIG Stücke an das min. Inst. Ein Dünnschliff ergab dasselbe Resultat, wie bei dem eben beschriebenen Gestein, nur ist der Cordierit viel weitgehender in Kaliglimmer umgewandelt. Vom Elsjöfeld kenne ich dieselben Gesteine, aus der Kontaktzone des Nordmarkits; mangels erhaltener Fossilien läßt sich der genaue Platz in der cambrisch-untersilurischen Schichtfolge nicht genau feststellen, auch hier ist der Cordierit größtenteils zu Kaliglimmer umgewandelt, ebenso der Andalusit. Makroskopisch habe ich die Chiastolith-hornfelse der Alaunschieferschichten noch an vielen andern Orten beobachtet; auch in der Gesteinssammlung des min. Inst. sind sie von vielen Fundorten vertreten. Die Farbe der Gesteine ist ein dunkles Graublau. Makroskopisch erkennt man die langen Chiastolithnadeln und winzige fettglänzende Cordieritpünktchen.

Der Normalfall der Klasse 1 entspricht der Mineralkombination des Falles 5 auf p. 135. Steigt die Menge des Kaliglimmers im Gestein (falls etwa alles Kali primär im Glimmer gebunden wird), so kann in derselben Hornfelsklasse der Fall 2, p. 135, eintreten. Dann wird alle Tonerde des Andalusits im Kaliglimmer gebunden, auch ein Teil der Tonerde, die sonst an Cordierit gegangen wäre, geht in den Glimmer, der gleichzeitig eine

entsprechende Menge von Magnesia und Eisenoxydul aufnimmt. Wir haben dann folgende Gesteinsgemengteile:

Kaliglimmer, Cordierit, Quarz, Biotit.

Ein solcher Hornfels unterscheidet sich chemisch von einem normalen Hornfels der Klasse 1 nur durch den höheren Gehalt an gebundenem Wasser.

Ich kenne ein einziges Beispiel von Hornfelsen dieser Art, er stammt aus dem nördlichen Teil des Kristianiagebiets von Melby Sæter, westlich von Feiring am Süden des Mjösen. Das Stück ist von Herrn Professor BRÖGGER eingesammelt worden (1896).

Das Gestein besteht aus Quarz, Kaliglimmer, Biotit und Pseudomorphosen nach Cordierit. Von Feldspaten ließ sich keine Spur nachweisen. Der Natrongehalt des Gesteins muß also in den Glimmern gebunden sein. Der Cordierit ist an der rektangulärlappigen Form seiner Individuen leicht kenntlich; er ist vollständig in ein Aggregat von Kaliglimmer umgewandelt. Stellenweise findet sich sehr reichlich brauner Turmalin in bis 4 mm. langen Krystallen; er ist wohl unter Mitwirkung pneumatolytischer Prozesse gebildet.

Andalusithornfelse sind aus Kontaktzonen des Auslands besonders durch ROSENBUSCHS klassische Untersuchungen bekannt geworden. Es sind ja die Andalusithornfelse von Barr-Andlau in den Vogesen die ersten Kontaktgesteine, die eingehend petrographisch untersucht sind.

Erst die optischen Methoden der neueren Zeit erlaubten indessen eine sichere Bestimmung mancher Gemengteile, und so ist es erklärlich, daß bei der ersten Untersuchung Mineralien übersehn wurden. Ich möchte nur darauf aufmerksam machen, daß ein Schliß des Andalusithornfelses vom Andlautal (VOIGT und HOCHGESANGS Typensammlung von Gesteinsdünn-schliffen nach ROSENBUSCH, No. 23) neben den von ROSENBUSCH erwähnten Gemengteilen noch Kalifeldspat und Cordierit zeigte. Der Kalifeldspat ist daran zu erkennen, daß seine Brechungsquotienten sämtlich viel niedriger sind als der des Canadabalsams, der Cordierit läßt sich durch den negativen Charakter der Doppelbrechung vom Quarz unterscheiden (Lichtbrechung etwas höher als die des Quarzes). Besonders leicht kenntlich sind diejenigen Individuen von Cordierit, die teilweise in rechtwinklig gekreuzte Schüppchen von Muskovit umgewandelt sind.

Auch bei dem Andalusithornfels von Andlau haben wir nebeneinander die fünf Mineralien Andalusit, Cordierit, Quarz, Kaliglimmer, Biotit. Die Menge der Glimmer ist allerdings gering, schätzungsweise einige Prozente der Gesteinsmasse. Ich möchte glauben, daß der Kaliglimmer in dem

untersuchten Dünnschliff zum Teil ein Relikt aus dem Stadium der Knoten-Glimmerschiefer darstellt, der andere Teil ist sicher eine sekundäre Bildung¹ auf Kosten von Andalusit, Kalifeldspat und Cordierit.

Die Andalusithornfelse des Gebiets von Barr-Andlau zeigen nach den von ROSENBUSCH (Abhandl. der geol. Landesanst. von Elsaß-Lothringen 1877) mitgeteilten Analysen teilweise einen höhern Tonerdegehalt, als man ihn in den kontaktmetamorphen Tonschiefern zu finden pflegt; es muß sich zum Teil um ungewöhnlich tonerdereiche Sedimente gehandelt haben.

Aus dem Harz beschrieben LOSSEN und ERDMANNSDÖRFFER Gesteine der Hornfelsklasse 1 (siehe Jahrb. d. Pr. geol. Landesanst. 28, 1907, p. 131).

A. PELIKAN untersuchte einen Hornfels der Klasse 1 aus dem Kontakthof von Říčan bei Prag (Tscherma's min. petrogr. Mitt. 24, 1905, p. 187).

Ein typischer Hornfels der Klasse 1 aus Transvaal ist von L. HALL beschrieben worden (Tscherma's min. petrogr. Mitt. 28, 1909, p. 115). Das gelegentliche Auftreten von Staurolith ist wohl durch Dynamometamorphose bedingt.

Diese Zusammenstellung ist keineswegs erschöpfend, ich möchte daran nur die allgemeine Verbreitung von Hornfelsen dartun, die den Mineralbestand der Klasse 1 besitzen. Der chemische Bestand ist im großen und ganzen sehr gleichartig, wenn man von den Hornfelsen mit ungewöhnlich hohem Tonerdegehalt absieht, die dementsprechend sehr viel Andalusit führen.

Von Hornfelsen der Klasse 2 aus dem Kristianiagebiet ist bis jetzt keine Analyse ausgeführt, dagegen liegt eine Analyse eines derartigen Gesteins aus der Gegend von Barr-Andlau vor (siehe ROSENBUSCH, l. c.). Es ist der Cordierit-Plagioklas-Hornfels vom Rebstall, der nur wenig Andalusit enthält. Der Gehalt an CaO beträgt etwa 3,6 %. Das Gestein bestätigt also die auf p. 136 dargelegte Beziehung, daß bei steigendem Kalkgehalt eines Tonschiefers zunächst die Menge des Andalusits abnimmt, indem statt dessen Anorthit auftritt.

Der Hornfels der Klasse 2 von Andlau hat folgende Zusammensetzung:

¹ Andalusit-Cordierit-Hornfelse, die Quarz, Biotit und Muskovit enthalten, sind von W. SALOMON aus dem Adamellogebiet beschrieben worden (Zeitschr. d. D. geol. Ges., 42, 1890, p. 450). SALOMON macht ausdrücklich darauf aufmerksam, daß der Muskovit nicht gleichzeitig mit den Kontaktmineralien entstanden ist, sondern teils ein Relikt ist, teils eine sekundäre Neubildung. Auch diese Adamello-Hornfelse sind somit in Uebereinstimmung mit den Forderungen der Phasenregel.

| | |
|--|-------|
| SiO ₂ | 52,51 |
| Al ₂ O ₃ | 20,64 |
| Fe ₂ O ₃ | 10,00 |
| FeO | 0,92 |
| MgO | 2,91 |
| CaO | 3,55 |
| Na ₂ O | 3,79 |
| K ₂ O | 3,09 |
| H ₂ O | 2,60 |

100,01

Gegenüber dem Hornfels von Gunildrud (Klasse 1) ist also der Kalkgehalt um 2,7 % gestiegen. Nach ROSENBUSCH soll Quarz fast ganz fehlen, vielleicht liegt Fall 3, p. 135 vor (?).

Die dunkeln Tonschiefer des älteren Paläozoikums im Kristianiagebiet nehmen bei der Kontaktmetamorphose insofern eine Sonderstellung gegenüber den andern Sedimenten ein, als sie in der äußeren Kontaktzone (teilweise auch in der inneren) als *Knotentonschiefer* entwickelt sind. Schon BRÖGGER hat darauf hingewiesen (»Die silurischen Étagen 2 und 3«), daß die Knotenbildung in Sedimentgesteinen des äußeren Kontakthofs durchaus keine allgemeine Erscheinung ist.

Bei andern Sedimenten als den kalkarmen, sehr bituminösen, Tonschiefern des Cambriums und untersten Silurs habe ich nie eine Knotenbildung wahrnehmen können, sie gehen durch allmähliche »Härtung« direkt in die Hornfelse über.

Hornfelse der Klasse 3, Plagioklas-Cordierit-Hornfelse.

Von den Hornfelsen der Klasse 2 unterscheiden sich die Gesteine der Klasse 3 durch einen etwas höheren Gehalt an CaO. Durch die Steigerung der Kalkmenge wird die Entstehung von Andalusit verhindert, indem aller Andalusit zur Bildung von Anorthit verbraucht wird. Der Anorthit bildet dann mit dem Albitgehalt des Gesteins Plagioklase, die meistens noch recht sauer sind, wenigstens saurer als in vielen Gesteinen der folgenden Klassen, dagegen deutlich basischer als die Plagioklase in den Hornfelsen der Klasse 2.

Auch durch einen relativ hohen Gehalt an Magnesia oder Alkalien können gelegentlich Gesteine der Klasse 2 in solche der Klasse 3 übergehen, sofern nur aller Andalusit zur Bildung komplexer Tonerdesilikate verbraucht wird.

Die Menge des Cordierits ist in den Gesteinen der Klasse 3 oft eine sehr große.

Freier Quarz ist gewöhnlich reichlich vorhanden. In geringer Menge kommen Eisenerze und Apatit vor.

Das schönste Beispiel für Hornfelse dieser Klasse im Kristianiagebiet sind dunkle Tonschieferhornfelse im Aarvoldstal (vergl. p. 28). Folgt man dem Fahrweg zum Axinitvorkommen, so überschreitet man den Aarvoldsbach auf einer kleinen Brücke. Gleich nördlich von der Brücke sind an der linken Seite des Baches schöne Kontaktgesteine aufgeschlossen. Dunkle braunviolette Hornfelse wechseln mit dünnen Schichten von Wollastonit-führendem Kalk. Die Hornfelse sind etwa 50 m. von der Grenze des Nordmarkits entfernt, sie werden von mehreren großen Apophysengängen des Syenits durchsetzt. Die Tonschieferhornfelse sind sehr grobkörnig, schon makroskopisch erkennt man den Biotit, der millimetergroße Blättchen bildet.

Im Dünnschliff erkennt man neben zahlreichen dunkeln Biotittafeln massenhaft vorhandenen Cordierit, der teils frisch ist, teils Umwandlung in pinitoide Aggregate zeigt. Die rektangulärlappigen Individuen des Cordierits liegen meist in poikilitisch durchlöcherten großen Quarzkörnern. Außerdem ist Plagioklas mit deutlicher Zwillingstreifung reichlich vorhanden. Der zonargebaute Plagioklas enthält im Kern etwa 30 % An., in der Hülle etwa 24 % An. Demzufolge ist der Kern stärker lichtbrechend als die Hülle. Auch der Plagioklas ist in den siebartig durchlöcherten Quarzen eingelagert. In geringer Menge finden sich dünne Nadeln von Apatit, die Menge von opaken Eisenerzen ist ebenfalls ganz unbedeutend.

Die verschiedenen Schichten dieser Hornfelse unterscheiden sich makroskopisch oft durch verschiedene Größe der Biotitblättchen, ohne daß aber ein nennenswerter Unterschied im Mineralbestand nachweisbar ist.

Zur Klasse 3 gehört auch ein dunkler, sehr feinkörniger Hornfels, der an der Nordseite der Anhöhe Kolaas ansteht (gleich südlich vom Fahrweg zwischen Kolaas og Aarvoldaas, wenige Meter von der Grenze des Nordmarkits entfernt).

Im Dünnschliff erkennt man massenhafte braune Biotitblättchen in einer farblosen Grundmasse. Die Grundmasse besteht aus poikilitisch durchlöcherten Quarzkörnern (auch einschlußarme eckige Quarzkörner kommen vor) »Reliktquarzkörner«, die mit winzigen farblosen Mineralkörnern erfüllt sind. Unter letzteren habe ich nur Plagioklas identifizieren können; wahrscheinlich sind auch Cordierit und Kalifeldspat sehr reichlich vorhanden, besonders wohl in einer ganz feinkörnigen Grundmasse zwischen den Quarzkörnern. Cordierit und Kalifeldspat habe ich aber nicht sicher identifizieren können, weil mir kein stärkeres Objektiv als FUSS No. 9 zur Ver-

fügung stand. Opake Körner finden sich ziemlich spärlich, es handelt sich wohl teilweise um Graphit. Hier und da sieht man ein kleines Säulchen von braunem Turmalin.

Ganz spärlich treten an einzelnen Stellen Stengel von Hypersthen auf, sie zeigen, daß der Hornfels an der Grenze zur Klasse 4 steht¹. Die Hauptmasse des Gesteins ist aber frei von Hypersthen. Eine Analyse, die Herr Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg ausgeführt hat, ergab folgendes Resultat:

Hornfels der Klasse 3, Kolaas, Kontaktzone an Nordmarkit.

| | |
|--|-------|
| SiO ₂ | 58,83 |
| TiO ₂ | 0,59 |
| Al ₂ O ₃ | 17,54 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,00 |
| FeO | 8,42 |
| MnO | 0,09 |
| MgO | 3,40 |
| CaO | 2,24 |
| Na ₂ O | 1,35 |
| K ₂ O | 4,35 |
| P ₂ O ₅ | 0,46 |
| Glühverl. | 2,59 |
| | 99,85 |
| H ₂ O unter 110° . . . | 0,13 |
| H ₂ O über 110° . . . | 1,96 |

Die Differenz zwischen Glühverlust und direkt bestimmtem Wasser ist wohl als Kohlenstoff aufzufassen. Die Analyse läßt sich auf den Mineralbestand der Klasse 3 berechnen; da die geringe Korngröße des Gesteins eine direkte Bestimmung der Mengenverhältnisse sehr erschwert, so ist die Berechnung nur als eine annähernd richtige zu betrachten. Der Berechnung ist die Biotitanalyse von JANNASCH zugrundegelegt.

Wird die Menge des Biotits schätzungsweise zu 25 % gesetzt, so kann man den Rest von Alkalien und Kalk (nach Abzug von Apatit) als Feldspate berechnen. Nach Abzug dieser Bestandteile hinterbleibt noch

| | |
|--|-------|
| SiO ₂ | 31,31 |
| Al ₂ O ₃ | 6,35 |
| FeO | 2,93 |
| MnO | 0,09 |
| MgO | 1,40 |
| H ₂ O | 1,22 |

¹ Die Verwandtschaft mit den Hornfelsen der Klasse 4 äußert sich auch in der analogen chemischen Zusammensetzung, vergl. weiter unten (Hornfels der Klasse 4 von Berget).

Dies entspricht einer Mischung von Quarz und Cordierit. Der Cordierit muß relativ reich an Eisenoxydul sein und muß durch Verwitterung Wasser aufgenommen haben. Berechnet man die Cordieritmenge aus der Menge der Tonerde, so hinterbleibt etwa 1⁰/₀ Eisenoxydul, das vielleicht in Form von Erzen gebunden ist (?). Man erhält im ganzen:

| | | |
|----------------------------------|------|-------------------------------|
| Kalifeldspat | 13 | 0 ⁰ / ₀ |
| Albit | 9 | » |
| Anorthit | 7 | » |
| Cordierit ¹ | 21 | » |
| Quarz | 22 | » |
| Biotit | 25 | » |
| Eisenerze(?) | 1 | » |
| Apatit | 1 | » |
| Graphit | 0,5 | » |
| | 99,5 | 0 ⁰ / ₀ |

entsprechend der Klasse 3.

Ein feinkörniger Hornfels der Klasse 3 ist in einem Handstück repräsentiert (Sammlung des min. Inst.), das Prof. BRÖGGER 1896 bei Austad Sæter, nahe Vikersund, Modum eingesammelt hat. Der Hornfels ist umgewandelter Ogygiaschiefer aus der Kontaktzone des Granitits. Ich untersuchte einen Dünnschliff, das Gestein ist sehr feinkörnig (Größe der Biotitindividuen etwa 0,03 mm.); Cordierit ist reichlich vorhanden. Andere Magnesiasilikate als Biotit und Cordierit konnte ich nicht finden, ebenso wenig Andalusit.

Ein Hornfels der Klasse 3 ist von PELIKAN (Tscherma's min.-petrogr. Mitt. 12 (1891), p. 156) beschrieben worden. Er teilte folgende Analyse des Cordierit-Plagioklas-Hornfelses vom Monte Doja in der Adamellogruppe mit:

| | |
|--|-------|
| SiO ₂ | 56,88 |
| Al ₂ O ₃ | 20,68 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,66 |
| FeO | 4,54 |
| MgO | 3,15 |
| CaO | 1,29 |
| Na ₂ O | 0,91 |
| K ₂ O | 7,49 |
| H ₂ O | 2,36 |

100,12

¹ Mit sekundär aufgenommenem Wasser.

Nach PELIKANS Berechnung sollen in dem Gestein 18 % Cordierit vorhanden sein, 13 % Labrador und 30 % Kalifeldspat.

Nach dem Gehalt an Kieselsäure, Tonerde, Kalk und Magnesia wäre das Gestein eigentlich in die Hornfelsklasse 2 einzureihen, die Entstehung von Andalusit ist aber durch den hohen Kaligehalt verhindert worden, indem ein großer Teil des Tonerdegehalts (eben der, welcher sonst Andalusit geliefert hätte) im Kalifeldspat und Biotit gebunden ist.

Anhang zu den Hornfelsen der Klasse 3, der Plagioklas-Biotit-Hornfels vom Aarvoldaas.

Im geologischen Teil dieser Arbeit ist ein Biotit-reicher Hornfels aus dem Nordmarkit vom Aarvoldaas beschrieben worden, dessen ursprüngliches Gestein sich nicht mit Sicherheit bestimmen ließ (vergl. p. 37).

Sowohl durch die chemische Zusammensetzung, wie auch durch den Mineralbestand, unterscheidet sich das Gestein von den Kontaktprodukten der normalen Tonschiefer-Mergelschiefer-Reihe. Am nächsten schließt es sich immerhin an die Hornfelse der Klasse 3 an, von denen es sich wesentlich durch den geringen Gehalt an Kieselsäure unterscheidet.

Ob es sich um ein umgewandeltes Sediment oder um ein umgewandeltes basisches Eruptivgestein handelt, muß ich vorläufig ganz dahingestellt sein lassen, ehe ich nicht ein weiteres Material von diesen Hornfelsen zur Verfügung habe.

Im Dünnschliff beobachtet man, daß Plagioklas und Biotit die Hauptgemengteile des Hornfelses sind. Beide sind in etwa gleicher¹ Menge vorhanden. Der Plagioklas muß sehr nahe der Mischung $An_{20}Ab_{80}$ stehn, da alle Individuen in Schnitten α fast gerade Auslöschung gegen die Trace der Zwillingslamellen zeigen. Zonarer Bau der Plagioklase ließ sich nicht nachweisen. Der Biotit zeigt die optischen Eigenschaften des gewöhnlichen, fast einaxigen, Biotits der Hornfelse. Außer Plagioklas und Biotit wurde nur ein opakes Eisenerz beobachtet, wohl Magnetit; dessen Menge beträgt vielleicht 1 %. Lokal finden sich Streifen von Kalifeldspat; dieser gehört wohl nicht zum Mineralbestand des Hornfelses, sondern stammt aus Adern von Nordmarkit. Eine Analyse des Gesteins ist von Herrn Prof. Dr. MAX DITTRICH ausgeführt worden, sie ist im geologischen Teil dieser Arbeit (p. 37) abgedruckt. Der Mineralbestand läßt sich folgendermaßen berechnen.

¹ Stellenweise ist Biotit überwiegend.

Der gesamte Gehalt an Natron und Kalk wird als Plagioklas verrechnet, und von den Eisenoxyden 1 0/10 Magnetit abgezogen. Man behält den folgenden Rest zurück, der als Gemenge von Kalifeldspat und Biotit zu berechnen ist:

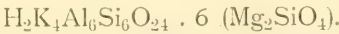
| | Molekular- quotienten |
|---|--------------------------|
| SiO ₂ . . . 17,13 | } 0,2936 |
| TiO ₂ . . . 0,76 | |
| Al ₂ O ₃ . . . 9,56 | } 0,1164 |
| Fe ₂ O ₃ . . . 3,66 | |
| FeO . . . 8,32 | } 0,2559 |
| MnO . . . 0,13 | |
| MgO . . . 5,56 | |
| K ₂ O . . . 4,88 | 0,0517 |
| H ₂ O . . . 0,32 | 0,0178 |
| (über 110 ⁰) | |

Nach der Gesteinsanalyse muß es sich um einen relativ wasserarmen Biotit handeln, wir können die Menge des Biotits demnach nicht nach der von JANNASCH ausgeführten Analyse von Hornfelsbiotit berechnen.

Geht man von der Formel des Anomits aus (mit dem Verhältnis K₂O : H₂O = 2 : 1), so erhält man:

| | Biotit | Kalifeldspat |
|-------------------------------------|--------|--------------|
| SiO . . . | 0,1970 | 0,0966 |
| R ₂ O ₃ . . . | 0,1003 | 0,0161 |
| RO . . . | 0,2559 | |
| K ₂ O . . . | 0,0356 | 0,0161 |
| H ₂ O . . . | 0,0178 | |

Die Zusammensetzung des Biotits entspricht somit annähernd der Formel:



Der Mineralbestand des Gesteins ist nach obiger Berechnung:

| | |
|---------------------|---------|
| Orthoklas | 9 0/10 |
| Albit | 40 » |
| Anorthit | 8 » |
| Biotit | 41 » |
| Magnetit | 1 » |
| | <hr/> |
| | 99 0/10 |

Die berechnete Zusammensetzung des Plagioklases stimmt mit der in Dünnschliff konstatierten überein, was die annähernde Richtigkeit der Berechnungsweise zeigt.

Dieser Mineralbestand ist sehr verschieden von dem normalen Mineralbestand eines Hornfelses der Klasse 3.

Der Unterschied im chemischen Bestand gegenüber den normalen Tonschieferhornfelseln dieser Klasse liegt hauptsächlich in dem geringeren Gehalt an Kieselsäure und in dem relativ hohen Gehalt an FeO, MgO und Alkalien.

Die Magnesia (und Eisenoxydul) konnte deshalb nicht in einem so sauren Silikat wie Cordierit gebunden werden, es mußte sich statt dessen Magnesiumorthosilikat bilden. Diejenige Tonerdemenge, die bei einem normal zusammengesetzten Hornfels der Klasse 3 in den Cordierit eingegangen wäre, bildet nun zusammen mit Kalifeldspat, Olivin und Wasser den Anomit.

Wäre kein Wasser zur Anomitbildung vorhanden gewesen, so hätte *Spinell* entstehen müssen.

Man kann ja die Spinellhornfelse als Cordierithornfelse minus Kieselsäure betrachten. Den hier beschriebenen Hornfels könnte man als einen Spinellhornfels plus (chemisch gebundenem) Wasser auffassen.

Hornfelse der Klasse 4, Plagioklas-Hypersthen-Cordierit-Hornfelse.

Die Hornfelse dieser Klasse kann man aus denen der Klasse 3 durch geringe Steigerung des Kalkgehalts ableiten. Dadurch reagieren Cordierit und Kalksilikat unter Bildung von Anorthit, rhombischem Pyroxen und Quarz. Das heißt, nicht *aus*, sondern *statt* einem Teil des Cordierits entstehen Anorthit, Hypersthen und Quarz. Derselbe Effekt, wie bei Erhöhung des Kalkgehalts, tritt z. B. auch bei Verminderung des Phosphorsäuregehalts ein, es wird auch dadurch mehr Kalk zur Bildung in Silikaten disponibel.

Die schönsten Beispiele für Hornfelse dieser Klasse kenne ich aus der Kontaktzone des Essexits von Sölvserget (Hadeland). Prof. BRÖGGER hat das Vorkommen von Hypersthenhornfelseln auf Sölvserget kurz beschrieben, und auf seine Veranlassung ist eine Analysenreihe ausgeführt worden, welche bewies, daß bei der Kontaktmetamorphose keine Stoffzufuhr stattgefunden hat (vergl. im geol. Teil p. 23).

Die Hypersthenhornfelse am Essexit von Sölvserget, die ich mikroskopisch untersucht habe, gehören der silurischen Etage 4 a α an (Ogygiaschiefer). Die Handstücke des min. Inst. sind schon von mehreren Jahren von Herrn Prof. BRÖGGER gesammelt worden, der auch eine Anzahl von

Dünnschliffen anfertigen ließ. Ich bin ihm für die freundliche Ueberlassung dieses Materials und der Analysen zu großem Dank verpflichtet.

Im folgenden soll zunächst der von Herrn Dr. O. N. HEIDENREICH analysierte Hornfels der Klasse 4 von Berget, an der Ostseite von Sölvberget, beschrieben werden.

Makroskopisch erkennt man in dem deutlich körnigen, dunkelgrauen Gestein zuerst massenhafte Blättchen eines braunen Glimmers. Die Größe der Glimmerblättchen erreicht 1 mm. Dies ist das gewöhnliche Aussehn von Hornfelsen der Klassen 3—7 im Kristianiagebiet. Auch das verhältnismäßig grobe Korn bei den Gesteinen der allerinnersten Kontaktzone finden wir in allen diesen Klassen.

Im Dünnschliff ist es ebenfalls der Biotit, welcher dem Gestein sein charakteristisches Aussehn verleiht. Die großen, randlich ganz unregelmäßig begrenzten Biotittafeln zeigen keine parallele Anordnung, das Gestein läßt keine bevorzugte Schieferungsrichtung erkennen. Der Biotit gehört nach seiner tief braunvioletten Farbe zu den typischen »Hornfelsbiotiten«, wie sie im mineralogischen Teil näher beschrieben sind. Auch in quantitativer Beziehung spielt der Biotit eine sehr wesentliche Rolle, seine Menge mag zu einem Drittel der Gesteinsmasse veranschlagt werden.

Hypersthen mit den gewöhnlichen optischen Eigenschaften ist in dem analysierten Handstück ziemlich spärlich vorhanden, seine Menge dürfte hier 1—2 % nicht überschreiten.

In ganz geringer Menge kommt Turmalin vor, er findet sich in ganz unregelmäßig begrenzten Individuen. Seine Quantität ist zu gering, um bei der Berechnung der Analyse berücksichtigt zu werden.

Quarz in ganz unregelmäßig begrenzten Individuen ist sehr reichlich vorhanden.

Auch Kalifeldspat findet sich in recht großer Menge, es mögen etwa 5 % davon zugegen sein. Man erkennt den Kalifeldspat am leichtesten an der niedrigen Lichtbrechung.

Die Menge des Plagioklases ist weit geringer, als in den Cordierit-freien Hypersthen-Hornfelsen von Sölvberget (siehe weiter unten, Hornfelse der Klassen 5 und 6). Der Grund hierzu liegt in dem relativ geringen Kalkgehalt des Gesteins von Berget; bei einer Zunahme des Kalkgehalts würde statt Cordierit mehr Hypersthen und Anorthit gebildet werden. Der Plagioklas erwies sich bei zahlreichen Bestimmungen als ziemlich basisch. Seine zonargebauten Individuen mögen durchschnittlich der Zusammensetzung $An_{15}Ab_{85}$ entsprechen. Der Kern ist in den zonargebauten Plagioklasen reicher an Anorthit als die Hülle. Die Individuen des Plagioklases sind bedeutend kleiner als die von Kalifeldspat und Quarz, sie finden sich sehr

oft als Einschlüsse in diesen beiden Mineralien. Der Plagioklas ist durchwegs ziemlich gut idiomorph, in rautenförmigen Tafeln, wie sie im mineralogischen Teil beschrieben sind. Die Menge des Plagioklases mag etwa zu einem Fünftel der Gesteinsmasse veranschlagt werden.

In großer Menge, schätzungsweise 15 $\frac{0}{10}$, findet sich Cordierit. Seine, oft rektangulären, Durchschnitte sind teilweise in feine Muskovitblättchen umgewandelt. Die frische Cordieritsubstanz zeigt die gewöhnlichen optischen Eigenschaften. Im Gegensatz zu Orthoklas, dem er sonst ähneln kann, ist seine Lichtbrechung stets höher als die von Canadabalsam.

Andalusit fehlt vollständig; nach den auf p. 131 dargelegten Gesichtspunkten kann ja Andalusit nicht neben Hypersthen, Quarz und Cordierit vorkommen.

Titanmineralien fehlen gänzlich; alle Titansäure ist im Biotit gebunden. Apatit kommt in dünnen Nadeln vor, seine Menge beträgt nach der Analyse gegen 0,2 $\frac{0}{10}$. Kleine Zirkone sind hier und da vorhanden, im Biotit sind sie von pleochroitischen Höfen umgeben. Graphit oder ein opakes Erz findet sich sehr spärlich. Eine ganz geringe Menge von Kalkspat ist wohl erst sekundär entstanden. Die Analyse dieses Hornfelses sei hier, vor der Berechnung des Mineralbestandes, nochmals aufgeführt.

Hornfels der Klasse 4, Berget, Kontaktzone am Essexit.

| | |
|--|-------|
| SiO ₂ | 58,28 |
| TiO ₂ | 0,21 |
| Al ₂ O ₃ | 17,98 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,42 |
| FeO | 6,52 |
| MnO | 0,17 |
| MgO | 4,88 |
| CaO | 2,01 |
| Na ₂ O | 1,39 |
| K ₂ O | 4,29 |
| H ₂ O | 2,19 |
| P ₂ O ₅ | 0,07 |

100,41

Man sieht die außerordentliche Aehnlichkeit¹ in der Zusammensetzung mit dem weiter oben beschriebenen Hornfels der Klasse 3 von Kolaas (siehe p. 156). Der Hornfels von Berget steht ja selbst in seinem Mineral-

¹ Es mag vielleicht unnatürlich erscheinen, daß die beiden Hornfelse trotz der fast gleichen Zusammensetzung in *verschiedenen* Klassen untergebracht sind. Bei einer *kontinuierlichen* Gesteinsreihe ist aber eine Einteilung nach mineralogischen Gesichtspunkten vor der rein chemischen Einteilung vorzuziehen.

bestand sehr nahe der Grenze zur Klasse 3 (die Menge des Hypersthens beträgt nur etwa 1,5 %). Anderseits zeigt der Hornfels von Kolaas Uebergänge zur Klasse 4, indem er lokal vereinzelte Individuen von Hypersthen führt.

Die Klasse 3 kann ja direkt als der Grenzfall der Klasse 4 bei abnehmendem Hypersthengehalt definiert werden, der Hornfels von Berget steht diesem Grenzfall schon sehr nahe. *Da aber Hypersthen trotz der geringen Gesamtmenge überall in dem Gestein vorkommt, habe ich es schon zur Klasse 4 gerechnet.*

Die Analyse läßt sich folgendermaßen berechnen:

Die Phosphorsäure wird als Apatit verrechnet, der Rest des Kalks als Anorthit, das Natron als Albit. Die Menge des Kalifeldspats wird schätzungsweise zu 5 % gesetzt, die des Hypersthens zu 1,5 %. Als Zusammensetzung des Hypersthens nehme ich SCHMELCK'S Analyse des Hypersthens von Sölv'sberget (nach Abzug des beigemengten Diopsids, vergl. im min. Teil). Die Menge des Cordierits wird zu 20 % veranschlagt. Der Cordierit darf nicht mit der Zusammensetzung des *frischen* Cordierits in Rechnung gebracht werden, da er teilweise zu Kaliglimmer pseudomorphosiert ist. Man wird keinen sehr großen Fehler begehn, wenn man als durchschnittliche Zusammensetzung des Cordierits das Mittel von T. SHIMIDZU'S Analyse des frischen Cordierits von Kōdsuke¹ und TAMURA'S Analyse des pinitisierten Cordierits von demselben Fundort annimmt.

Bei dieser Berechnung behält man den folgenden Rest:

| | | |
|--------------------------------|-----------|---------|
| SiO ₂ | | 33,38 % |
| TiO ₂ | | 0,21 » |
| Al ₂ O ₃ | | 5,03 » |
| Fe ₂ O ₃ | | 2,42 » |
| FeO | | 4,90 » |
| MnO | | 0,04 » |
| MgO | | 3,12 » |
| K ₂ O | | 2,58 » |
| H ₂ O | | 1,61 » |

Dieser Rest ist als Biotit und Quarz zu verrechnen, ein Teil des Wassers (etwa 1 1/2 %) dürfte wohl dem unfrischen Cordierit zuzuzählen sein. Die Menge des Biotits läßt sich zu etwa 31 % berechnen, was mit dem Mengenverhältnis im Dünnschliff übereinstimmt. Rechnet man den Kali-

¹ Siehe p. 130. TAMURA'S Analyse ergab (bei YASUSHI KIKUCHI, l. c.): SiO₂ 40,92, Al₂O₃ 31,06, FeO 7,99, MgO 6,71, CaO Spur, K₂O 8,60, Na₂O 0,72, Glühverl. 3,22, Summe 99,22.

gehalt im Biotit zu 8,00 $\%$, so erhält man die unter I aufgeführten Zahlen für dessen Zusammensetzung. Zum Vergleich sind zwei Biotitanalysen daneben angeführt, II ist RAMMELSBERGS Analyse des Biotits von Hitterö (nach HINTZES Handbuch, II, p. 584), III ist G. TSCHERMAKS Analyse des schwarzen Biotits von Tschebarkul, Sibirien (Zeitschr. f. Kryst. 3, 1879, p. 135).

| | I | II | III |
|--------------------------------|-------------|---------------------|-------|
| SiO ₂ | 39,82 | 39,01 | 38,49 |
| TiO ₂ | 0,65 | — | — |
| Al ₂ O ₃ | 15,60 | 15,44 | 14,43 |
| Fe ₂ O ₃ | 7,50 | 9,37 | 5,44 |
| FeO | 15,19 | 13,67 | 14,75 |
| MnO | 0,12 | — | Spur |
| MgO | 9,68 | 11,30 | 16,34 |
| Na ₂ O | — | 0,14 | 0,53 |
| K ₂ O | 8,00 | 8,69 | 8,12 |
| H ₂ O | 3,44 | 2,93 | 0,89 |
| F | nicht best. | 1,29 | Spur |
| | 100,00 | 100,75 ¹ | 98,99 |

Der Rest der Analyse entspricht also ungefähr einer Biotitzusammensetzung.

Der gesamte Mineralbestand ist nach obiger Berechnung:

| | |
|------------------------|-----------|
| Kalifeldspat | 5,0 $\%$ |
| Albit | 11,3 » |
| Anorthit | 9,4 » |
| Hypersthen | 1,5 » |
| Cordierit | 20,5 » |
| Quarz | 21,0 » |
| Biotit | 31,0 » |
| Apatit | 0,2 » |
| | 99,9 $\%$ |

Die berechnete Zusammensetzung des Plagioklases stimmt mit der im Dünnschliff gefundenen überein, ebenso die Mengenverhältnisse der einzelnen Mineralien.

Auch in dem berechneten Mineralbestand zeigt sich die nahe Verwandtschaft mit dem Hornfels der Klasse 3 von Kolaas.

¹ Nach Abzug von O = F.

Man erkennt daran, daß der Mineralbestand eines Kontaktgesteins in erster Linie vom ursprünglichen Gestein abhängt, daß es dagegen belanglos ist, ob die Kontaktmetamorphose durch ein basisches Eruptivgestein (Essexit), oder ein saures (Nordmarkit) bewirkt wurde.

Dünnschliffe anderer Hornfelse des Ogygiaschiefers von Berget zeigten eine wechselnde Menge von Cordierit, die bis gegen Null sinken kann. Bei abnehmendem Cordieritgehalt nimmt die Menge des Hypersthens zu. Auch die Menge des Plagioklases ist größer in den Cordierit-armen Hornfelsen dieser Klasse, als in den an Cordierit reichsten. In Bezug auf Biotit, Orthoklas, Quarz, Apatit u. s. w. verhalten sich die von mir untersuchten Hornfelse dieses Fundorts etwa gleich.

Nur einer der auf Prof. BRÖGGERs Veranlassung hergestellten Dünnschliffe mag noch näher besprochen werden. Derselbe trägt den Vermerk: »Unmittelbare Grenze gegen eine Apophyse«. Die Nachbarschaft des Essexits äußert sich in dem Dünnschliff vornehmlich darin, daß längs Sprüngen einzelne Feldspate des Essexits in den Hornfels eingewandert sind. Man erkennt diese *fremden* Plagioklase leicht an ihrer dünnen Tafelform nach $\{010\}$, sowie besonders an der Größe der Individuen. Oft finden sich Doppelzwillinge nach Albit- und Karlsbader-Gesetz, eine Zwillingsbildung, die ich niemals bei den eigenen Plagioklasen der Hornfelse beobachtet habe. Im mineralogischen Teil gehe ich näher auf diese »Apophysenfeldspate« ein.

Auch in der Kontaktzone am Westabhang der Essexitmasse von Sölvberget finden sich grobkörnige Hornfelse dieser Klasse.

Der dichte Hornfels von Sölvberget, dessen Analyse auf p. 23 gegeben ist (Analyse III), dürfte derselben Klasse angehören. Das Gestein enthält als sicher bestimmbare Gemengteile Biotit, Quarz und Plagioklas. Die Gegenwart von Cordierit erscheint nach der Analyse sehr wahrscheinlich, er konnte aber in der sehr feinkörnigen Gesteinsmasse nicht sicher bestimmt werden. Ein Hypersthen-ähnliches Mineral kommt ziemlich reichlich vor; bei der geringen Korngröße konnte aber nicht mit völliger Sicherheit entschieden werden, ob Hypersthen oder ein Amphibol mit kleinem Auslöschungswinkel vorliegt. Von einer Berechnung der Analyse ist deshalb abgesehen.

Plagioklas-Hypersthen-Cordierit-Hornfelse kommen auch in den Kontaktzonen des Natrongranits vor. Ein Hornfels des Ogygiaschiefers von Hvamsal, Eker (von Herrn Prof. BRÖGGER eingesammeltes Handstück) zeigte als Hauptbestandteile den gewöhnlichen braunen Biotit, einen sauren Plagioklas (ca. 20 % An.) und Quarz. Cordierit fand sich in einer Menge von vielleicht 5 %, Hypersthen war nur in geringer Menge vorhanden.

Das Gestein scheint zum Teil pneumatolytisch umgewandelt zu sein, es führt reichlich Turmalin, ebenso stellenweise Rutil. Vereinzelt finden sich Titanitkörner und Eisenglanz. Radialstrahlige Aggregate eines Chloritminerals finden sich stellenweise, auch sie gehören nicht zum normalen Mineralbestand der Kontaktgesteine.

Ein anderer Hornfels der Etage 4 von Hvamsal zeigte mehr Hypersthen, ca. 10 % und nur eine geringe Menge von Cordierit. Die übrigen Bestandteile sind Biotit, Oligoklas und Quarz. Die Korngröße dieser Plagioklas-Hypersthen-Cordierit-Hornfelse aus der Kontaktzone des Natrongranits schwankt zwischen 0,05—0,1 mm. Ob Kalifeldspat in diesen Gesteinen vorkommt, habe ich nicht entscheiden können, vielleicht ist hier der ganze Kaligehalt im Biotit gebunden.

Aus den Kontaktzonen des Granitits kenne ich einen sehr typischen Repräsentanten dieser Hornfelsklasse. Es ist ein dunkelgrauer Hornfels der silurischen Etage 6 (unteres Llandovery) von Björneskjæret bei Holmestrand. Der Hornfels grenzt unmittelbar an den Granitit. Ich untersuchte ein von Herrn Prof. BRÖGGER eingesammeltes Handstück; im Dünnschliff erinnerte das Gestein vollkommen an die Hornfelse der Klasse 4 von Sölvserget. Die Beschreibung des Hornfelses von Berget könnte völlig auf den Hornfels von Björneskjær passen, nur ist in letzterem die Menge des Hypersthens entschieden größer. Auch Orthoklas ist vielleicht etwas reichlicher. Der Cordierit ist größtenteils pinitisiert. An manchen Stellen ist der braune Hornfelsbiotit von einer scharf abgegrenzten Muskovithülle umwachsen, es handelt sich wohl um eine sekundäre Muskovitbildung.

Es ist bemerkenswert, daß dieses Kontaktgestein an Granitit so nahe mit Kontaktgesteinen an Essexit übereinstimmt.

Aus den Kontaktzonen des Auslands sind normale Plagioklas-Hypersthen-Cordierit-Hornfelse meines Wissens bis jetzt nur einmal kurz erwähnt worden. Es sind dies Hypersthenhornfelse von Salem Mass. (siehe ROSENBUSCH, Mikr. Phys., 4. Aufl., II. p. 252 u. 410).

Nahe verwandt mit den normalen Hornfelsen der Klasse 4 ist aber ein Kontaktprodukt des Nephelinsyenits von Umphek. W. RAMSAY (Fennia, 11, 1894, No. 2, p. 51) gab eine Beschreibung und Analyse dieses Hypersthen-Cordierit-Hornfelses. Das Gestein unterscheidet sich von den normalen Hornfelsen der Klasse 4 durch Zurücktreten des Kalks. RAMSAY läßt die Frage nach dem ursprünglichen Gestein unentschieden. Die Zusammensetzung des Hornfelses ist folgende:

| | | |
|--------------------------------|-----------|-------|
| SiO ₂ | | 58,66 |
| Al ₂ O ₃ | | 18,86 |
| Fe ₂ O ₃ | | 6,62 |
| FeO | | 5,10 |
| MnO | | Spur |
| MgO | | 5,10 |
| CaO | | 0,68 |
| Na ₂ O | | 2,81 |
| K ₂ O | | 2,93 |
| Glühverl. | | 0,63 |

101,39

RAMSAY gibt folgende Gemengteile an: Orthoklas, Natronfeldspat, Hypersthen, Cordierit, Biotit, Quarz. Der Unterschied gegenüber dem Hornfels von Berget liegt wesentlich in der geringeren Menge des Kalks.

Es ist von Interesse, diesen Hypersthen-Cordierit-Hornfels mit den Hornfelsen der Klasse I zu vergleichen. Denkt man sich in einem Andalusit-Cordierit-Hornfels (etwa dem von Gunildrud) die Menge des MgO, FeO steigend, so wird zunächst aller Andalusit unter Bildung von mehr Cordierit aufgebraucht. Wir würden dadurch einen Hornfels erhalten, dessen Tonerdegehalt ausschließlich im Cordierit gebunden ist (abgesehen von Alkalifeldspaten und Glimmer). Bei noch höherer Steigerung des Gehaltes an Magnesia und Eisenoxydul würde neben Cordierit noch rhombischer Pyroxen entstehen müssen. Dann hätten wir eben den Fall des Hornfelses von Umptek.

Hornfelse der Klasse 5, Plagioklas-Hypersthen-Hornfelse.

Die Hornfelse der Klasse 5 können aus denen der Klasse 4 durch Zunahme des Kalkgehalts abgeleitet werden. Statt Cordierit wird Anorthit und Hypersthen gebildet, bis zum Schluß im Grenzfall aller Cordierit aufgebraucht ist.

Derartige Hornfelse, in denen rhombischer Pyroxen das einzige MgO, FeO-Mineral neben Biotit ist, sind keineswegs selten. In sehr schöner Ausbildung finden sich derartige Gesteine in der Essexitkontaktzone von Sölvberget.

Als typischer Repräsentant der Klasse 5 soll ein recht grobkörniger Hornfels (umgewandelter Ogygiaschiefer, Etage 4 a α) von der Ostgrenze des Essexitlakkolithen beschrieben werden. Eine Analyse ist auf p. 23 mitgeteilt (Analyse IV).

Schon makroskopisch erkennt man in dem körnigen Hornfels die millimetergroßen Biotitblättchen, welche einen der Hauptgemengteile darstellen. Noch größere Dimensionen erreicht der Sanidin-artige Kalifeldspat, seine Einsprenglinge, die im mineralogischen Teil näher beschrieben sind, können 4 mm. lang werden. Die Farbe des Gesteins ist eine dunkelgraue bis bräunliche.

Im Dünnschliff läßt sich die Menge des Biotits zu einem Drittel der Gesteinsmasse schätzen. In Bezug auf optische Eigenschaften, pleochroistische Höfe u. s. w. stimmt er ganz mit dem Biotit im Hornfels von Berget (Klasse 4) überein.

Was aber auf den ersten Blick als Unterschied zwischen beiden Hornfelsen hervortritt, ist die Menge des Hypersthens. Während die Menge des Hypersthens in dem oben beschriebenen Hornfels nur etwa 1,5 % beträgt, findet er sich hier als einer der Hauptgemengteile. Seine Menge kann zu etwa 15 % der Gesteinsmasse veranschlagt werden. Seine langen Prismen erinnern durch ihre hohe Lichtbrechung sehr an Andalusit, mit dem auch die Größe der Doppelbrechung ungefähr übereinstimmt. Der Unterschied in der optischen Orientierung läßt den Hypersthen aber leicht identifizieren (Bisektrix γ in der Längsrichtung, kleiner negativer Achsenwinkel, siehe unter Hypersthen im mineralogischen Teil). Der Hypersthen in den Hornfelsen von Sölvberget ist zuerst von BRÖGGER erkannt worden (siehe p. 22).

Plagioklas ist ungefähr in derselben Menge vorhanden, wie Biotit, er findet sich in den gewöhnlichen rautenförmigen Tafeln. Die Plagioklase sind, wie es bei basischen Plagioklasen der Hornfelse gewöhnlich der Fall ist, stark zonarggebaut. Der Kern ist stets viel Anorthit-reicher als die Hülle. Dieser Zonenbau kommt nicht etwa von einer nachträglichen Albitzufuhr, wie man auf den ersten Blick vielleicht glauben könnte; die Analysen auf p. 23 zeigen, daß von einer Natronzufuhr bei diesen Hornfelsen keine Rede sein kann. Die Durchschnittszusammensetzung der Plagioklase mag etwa 60—70 % An. entsprechen (siehe die optischen Bestimmungen im mineralogischen Teil).

Orthoklas findet sich recht reichlich in den oben erwähnten Einsprenglings-artigen Individuen, er umschließt oft poikilitisch eine Menge kleiner Plagioklastafeln. Die Menge des Orthoklases dürfte um 10 % betragen.

Cordierit fehlt gänzlich; ich konnte in den untersuchten Schliffen kein einziges Individuum davon finden.

In manchen Schliffen fand ich dagegen vereinzelte Individuen eines diopsidischen Pyroxens, was einen Uebergang zur Klasse 6 andeutet. In

quantitativer Beziehung kommt aber die Menge des diopsidischen Pyroxens absolut nicht in Betracht.

Quarz ist sehr reichlich vorhanden.

Apatit findet sich in dünnen Nadeln, die besonders Quarz und Kalifeldspat durchsetzen; seine Menge beträgt nach der Analyse 0,24 $\frac{0}{10}$.

In ganz geringer Menge findet sich Zirkon, auch Spuren von Graphit treten auf. Titanmineralien wurden nicht beobachtet, alle Titansäure ist im Biotit gebunden.

Die Biotittafeln erreichen Dimensionen von 1—2 mm. Die Korngröße der Plagioklase ist meist 0,05 mm. Die Hypersthene erreichen eine Länge von 1,5 mm., meist sind sie aber nur 0,5 mm. lang, oder kleiner. Die Individuen des Kalifeldspats schwanken zwischen 0,5—4 mm. Die stets unregelmäßig begrenzten Quarzkörner wechseln zwischen 0,3 mm. und kleineren Dimensionen.

Die Analyse des Hornfelses sei hier, vor der Berechnung, nochmals wiedergegeben:

Hornfels der Klasse 5, an der Ostgrenze des Essexits von Sölvserget.

| | | |
|--------------------------------|-----------|-------|
| SiO ₂ | | 56,59 |
| TiO ₂ | | 0,29 |
| Al ₂ O ₃ | | 18,15 |
| Fe ₂ O ₃ | | 4,23 |
| FeO | | 5,21 |
| MnO | | 0,21 |
| MgO | | 5,01 |
| CaO | | 5,14 |
| Na ₂ O | | 1,41 |
| K ₂ O | | 3,64 |
| H ₂ O | | 0,64 |
| P ₂ O ₅ | | 0,10 |

100,71

Die Berechnung geschieht auf folgender Grundlage. Zunächst wird die Phosphorsäure als Apatit verrechnet, dann der Rest von Kalk als Anorthit, das gesamte Natron als Albit. Die Menge des Hypersthens wird zu 15 $\frac{0}{10}$ veranschlagt, seine Zusammensetzung wird wie bei der Berechnung des Hornfelses von Berget (Klasse 4) angenommen. Die Menge des Kalifeldspats wird schätzungsweise zu 10 $\frac{0}{10}$ veranschlagt. Man behält dann noch folgenden Rest:

| | | |
|--------------------------------|-----------|-------|
| SiO ₂ | | 23,21 |
| TiO ₂ | | 0,29 |
| Al ₂ O ₃ | | 4,80 |
| Fe ₂ O ₃ | | 4,23 |
| FeO | | 1,46 |
| MnO | | 0,21 |
| MgO | | 1,71 |
| K ₂ O | | 1,95 |
| H ₂ O | | 0,64 |

Dieser Rest muß sich als Quarz und Biotit verrechnen lassen; aber, wie man sieht, ist eine bei weitem zu große Menge von R₂O₃ vorhanden. Das hat seinen Grund unzweifelhaft in einer zu niedrigen Bestimmung des Eisenoxyduls. Man muß bedenken, daß Hypersthen äußerst widerstandsfähig gegen Säuren ist. Nun beträgt der im Hypersthen gebundene Eisenoxydulgehalt in diesem Gestein etwa 3,75 $\frac{0}{100}$. Es ist wahrscheinlich berechtigt, die Zahlen der Analyse derart zu korrigieren, daß der Gehalt an Eisenoxydul um 3,75 $\frac{0}{100}$ vermehrt wird, der Eisenoxyd-gehalt entsprechend vermindert. Unter dieser Voraussetzung erhalten wir im Rest:

| | | |
|--------------------------------|-----------|----------------------|
| Fe ₂ O ₃ | | 0,06 $\frac{0}{100}$ |
| FeO | | 5,21 » |

Nehmen wir den Kaligehalt des Biotits zu 8,00 $\frac{0}{100}$ an, so erhalten wir eine Biotitmenge von 24,38 $\frac{0}{100}$ und 13,73 $\frac{0}{100}$ Quarz. Die Zusammensetzung des Biotits wäre demnach die unter I aufgeführte. Zum Vergleich ist unter II P. JANNASCHS Analyse des Hornfelsbiotits von Gunildrud mitgeteilt (bei H. O. LANG, *Nyt Mag. f. Naturv.* 30, 1886, p. 322).

| | I | II |
|--------------------------------|--------|-------|
| SiO ₂ | 39,04 | 34,11 |
| TiO ₂ u. s. w. | 1,19 | 4,38 |
| Al ₂ O ₃ | 19,69 | 17,69 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,25 | — |
| FeO | 21,37 | 21,94 |
| MnO | 0,82 | — |
| MgO | 7,01 | 7,98 |
| CaO | — | 1,10 |
| Na ₂ O | — | 1,00 |
| K ₂ O | 8,00 | 8,39 |
| H ₂ O | 2,63 | 3,46 |
| | 100,00 | 99,89 |

Diese Zusammenstellung zeigt, daß der Rest der Analyse annähernd auf eine Biotitzusammensetzung stimmt. Der gesamte Mineralbestand des Hornfelses wäre nach obiger Berechnung:

| | |
|------------------------|----------------------|
| Kalifeldspat | 10,0 $\frac{0}{,0}$ |
| Albit | 11,9 » |
| Anorthit | 24,9 |
| Hypersthen | 15,0 » |
| Quarz | 13,7 |
| Biotit | 24,4 » |
| Apatit | 0,2 » |
| | <hr/> |
| | 100,1 $\frac{0}{,0}$ |

Es ist von Interesse, die Analyse eines Hypersthen-armen Hornfelses der Klasse 4 (Hornfels von Berget) mit der Analyse dieses Hornfelses der Klasse 5 zu vergleichen. Man sieht sogleich, daß der einzige wesentliche Unterschied in dem Gehalt an CaO besteht. Der Hornfels der Klasse 5 hat 3,13 % CaO mehr als der Hornfels der Klasse 4. Die Entstehung von Hypersthen statt Cordierit beruht somit nicht auf einer Abnahme des Tonerdegehalts, sondern in diesem Falle nur auf der Zunahme des Kalkgehalts.

Dies scheint mir eine gute Stütze für mein Einteilungsprinzip der Schieferhornfelse zu sein.

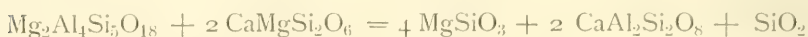
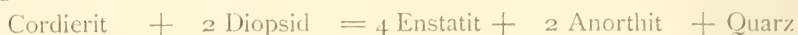
Um die Veränderung anschaulich zu machen, die eine Zunahme des CaO-Gehalts um 3 % hervorbringt, sei der berechnete Mineralbestand beider Hornfelse verglichen.

| | Klasse 4 | Klasse 5 |
|----------------------|----------|----------|
| Orthoklas | 5,0 | 10,0 |
| Albit | 11,3 | 11,9 |
| Anorthit | 9,4 | 24,9 |
| Hypersthen | 1,5 | 15,0 |
| Cordierit | 20,5 | fehlt |
| Quarz | 21,0 | 13,7 |
| Biotit | 31,0 | 24,4 |
| Apatit | 0,2 | 0,2 |
| | <hr/> | |
| | 99,9 | 100,1 |

Die Zunahme von Anorthit und Hypersthen auf Kosten von Cordierit ist deutlich zu erkennen. Die Zunahme des Kalifeldspats auf Kosten von Biotit ist vielleicht eine mehr zufällige Erscheinung, die durch die wechselnde Menge des Wassers bedingt sein kann. Die Abnahme der freien Kieselsäure ist teils durch die Zunahme des Kalkgehalts bedingt, teils durch die Zunahme des Kalifeldspats.

Die Hornfelse der Klasse 5 sind in ihrem Mineralbestand recht eintönig, manche enthalten kleine Mengen von Cordierit, führen also zur Klasse 4 hinüber, andere enthalten Spuren von Diopsid und vermitteln derart einen Uebergang zur Klasse 6.

Es ist bemerkenswert, daß ich in den Hornfelsen niemals diopsidischen Pyroxen neben Cordierit beobachtet habe. In der folgenden Gleichung:



sind nämlich die Mineralien an der rechten Seite nebeneinander als Bodenkörper stabil (bei der Temperatur und dem Druck, unter welchen die Hornfelse gebildet sind). Wäre also diopsidischer Pyroxen neben Cordierit entstanden, so müßten sie sich zu rhombischem Pyroxen, Anorthit und Quarz umsetzen.

Ueber verschiedene Hornfelse der Klasse 5 von Sölvserget, die ich außer dem analysierten Gestein untersucht habe, sei hier nur ganz kurz berichtet.

Hornfelse an der Ostgrenze des Essexits, 1–2 Meter von der Grenze. Der Plagioklas ist derselbe, wie in dem analysierten Gestein, die Durchschnittswerte für seine Zusammensetzung dürften zwischen Labrador und Bytownit schwanken. Orthoklas findet sich in denselben »Einsprenglingen«, wie in dem oben beschriebenen Gestein; sie erreichen mitunter eine Größe von 1 cm. Die Menge der freien Kieselsäure ist ziemlich variabel. Mit steigendem Plagioklasgehalt scheint die Menge des Quarzes abzunehmen. Auch die Biotitmenge nimmt bei Zunahme des Plagioklasgehaltes ab. Es wird vielleicht Tonerde aus dem Biotit zur Plagioklasbildung hinzugezogen, während gleichzeitig mehr Orthoklas und Hypersthen entstehen. Die Uebergemengteile sind die gewöhnlichen: Apatit, Zirkon, sowie Spuren von Eisenerzen und Graphit.

Unter den von Prof. BRÖGGER gesammelten Kontaktgesteinen von Sölvserget befinden sich auch Plagioklas-Hypersthen-Hornfelse von der Westseite des Essexitlakkolithen. Diese Gesteine sind in jeder Beziehung identisch mit den oben beschriebenen.

Unter den feinkörnigen vom Essexit etwas entfernteren Hornfelsen des Kontakthofs von Sölvserget findet man ebenfalls typische Plagioklas-Hypersthen-Hornfelse der Klasse 5. Ein Dünnschliff, der auf Prof. BRÖGGER'S Veranlassung von einem solchen Hornfels hergestellt war (Fundort 40 Meter von der Ostgrenze des Essexits entfernt), zeigte folgendes Bild.

Sehr feinkörniges Biotit-reiches Gestein, die Individuen des Biotits erreichen nur eine Größe von 0,03 mm. Sie liegen in einer farblosen

Grundmasse, die auch Hypersthenprismen umschließt. Länge der Individuen von Hypersthen ca. 0,02 mm. Unter den farblosen Mineralien ist Plagioklas erkennbar.

Plagioklas-Hypersthen-Hornfelse finden sich auch in den Kontaktzonen der sauren Tiefengesteine im Kristianiagebiet.

Unter den zahlreichen Bruchstücken von Schieferhornfels im Nordmarkit von Grefsen—Grorud, die sich in der Sammlung des min. Inst. befinden, entdeckte ich einen typischen Vertreter der Klasse 5. Das Gestein stammt aus dem Nordmarkit von Kalbakken bei Grorud. Makroskopisch erinnert es sehr an die grobkörnigen Hornfelse von Sölvberget. Der Biotit ist der gewöhnliche braune Biotit der Schieferhornfelse, er ist einer der Hauptbestandteile des Gesteins, seine Individuen erreichen eine Breite von mehreren Millimetern. Auch Hypersthen mit demselben Aussehen, wie in den Gesteinen von Sölvberget, ist sehr reichlich vorhanden, seine Individuen liegen in einer Grundmasse von Plagioklas. Letzterer ist recht sauer, der Anorthitgehalt beträgt um 30 %. Kalifeldspat und Quarz konnten nicht nachgewiesen werden. In geringer Menge findet sich Graphit oder ein opakes Erz. In diesem Gestein scheint der ganze Kaligehalt im Biotit gebunden zu sein.

Später fand ich oft derartige Gesteine als Bruchstücke im Nordmarkit von Grorud. Die sedimentäre Natur der Hornfelse ist durch die Wechselagerung mit Sandsteinhornfelsen und Mergelhornfelsen gewährleistet. Sie stimmen im großen und ganzen mit denen von Sölvberget überein, so daß ich von einer gesonderten Beschreibung der einzelnen Vorkommen absehen kann. Manche dieser Hornfelse enthalten recht viel Quarz.

Soviel ich aus der Literatur erschen kann, sind Hornfelse der Klasse 5 noch nicht außerhalb des Kristianiagebiets beobachtet worden, wenigstens finden sich in den mir zugänglichen Arbeiten keine Angaben darüber.

Hornfelse der Klasse 6, Plagioklas-Diopsid-Hypersthen-Hornfelse.

Die Hornfelse der Klasse 5 sind dadurch charakterisiert, daß die Mengen von Kalk und Tonerde einander im Anorthit absättigen können (nach Abzug derjenigen Tonerdemenge, die in Alkalifeldspaten und Glimmern gebunden ist, sowie des Kalkgehalts im Apatit). Steigt die Menge des Kalks über dieses Verhältnis, so tritt der Ueberschuß an Kalksilikat in Reaktion mit dem rhombischen Pyroxen unter Bildung von diopsidischem Pyroxen. Wir erhalten dadurch Hornfelse, deren charakteristische Gemengteile Plagioklas, Diopsid und Hypersthen sind, also den Fall der Klasse 6.

Gesteine der Klasse 6 sind unter den Hornfelsen am Essexit von Sölvberget keineswegs selten. Ich fand sie unter Material, daß Herr Prof. BRÖGGER an der Ostseite und Westseite von Sölvberget gesammelt hatte. Makroskopisch ähneln sie den Hornfelsen der Klasse 5; im Dünnschliff unterscheiden sie sich von diesen durch das Auftreten von diopsidischem Pyroxen.

In Bezug auf Orthoklas, Biotit und Nebengemengteile gelten dieselben Angaben wie für die Hornfelse der Klasse 5 von Sölvberget. Quarz kann in nicht unbedeutender Menge auftreten. Die Zusammensetzung der Plagioklase wechselt von etwa 40 % An. bis 70 % An., die Menge des Plagioklases schien in den von mir untersuchten Gesteinen dieselbe zu sein, wie in den Hornfelsen der Klasse 5.

Unter den Hornfelsen der Klasse 6 von Sölvberget kommen sowohl solche vor, die mehr Hypersthen als diopsidischen Pyroxen führen, als auch solche, in denen der diopsidische Pyroxen den rhombischen überwiegt.

Es ist bemerkenswert, daß sich der monokline Pyroxen, der neben Hypersthen in diesen Gesteinen vorkommt, wie ein normales Mischglied von Diopsid und Hedenbergit verhält, nicht aber wie ein Enstatit-Augit. Der monokline Pyroxen zeigt starke positive Doppelbrechung, Lage der Achsenebene $\{010\}$, $2V$ etwa 60° und $c:\gamma$ etwa 42° . Dies deutet darauf, daß Enstatit-Augite nicht unter den normalen Bildungsbedingungen der Hornfelse entstehen können.

In allen den zahlreichen Hornfelsen der Klasse 6, die ich untersucht habe (sowohl aus den Kontaktzonen des Essexits, wie denen des Nordmarkits), kommt reiner diopsidischer Pyroxen neben rhombischem Pyroxen vor, nicht aber isomorphe Mischungen beider. Die isomorphen Mischungen von der Art des Enstatit-Augits scheinen demnach auf Erstarrungsgesteine beschränkt zu sein.

Unter den Einschlüssen von Schieferhornfels im Nordmarkit von Aarvold und Grorud sind auch Hornfelse der Klasse 6 vertreten.

Es möge das Vorkommen vom Aarvoldstal, nahe dem Axinitvorkommen (siehe p. 31) beschrieben werden. Der dunkle Biotit-reiche Hornfels erweist sich durch seine Wechsellagerung mit grünen Kalksilikathornfelsen als sicher sedimentär. Er läßt sich dadurch leicht von den umgewandelten Essexitlaven unterscheiden, die als Einschlüsse in dem Nordmarkit desselben Steinbruchs vorkommen.

Im Dünnschliff erkennt man neben dem gewöhnlichen braunen Hornfelsbiotit noch Hypersthen und diopsidischen Pyroxen als farbige Gemengteile. Der kleine negative Axenwinkel des Hypersthens deutet auf hohen Eisengehalt desselben (vergl. Hypersthen im mineralogischen Teil). Der

monokline Pyroxen läßt sich leicht an der stärkern Doppelbrechung erkennen. Hier und da findet man grünen Amphibol; dieses Mineral gehört aber nicht dem primären Mineralbestand des Hornfelses an, sondern stammt aus Amphibol-reichen jüngeren Adern, die das Gestein durchsetzen. Eisenerze sind nur in ganz geringer Menge vorhanden. Ein opakes Mineral in kleinen, scharf begrenzten sechseitigen Tafeln ist als Graphit oder Titaneisen zu bestimmen.

Unter den farblosen Mineralien ist Plagioklas vorherrschend, seine kleinen dicktafelförmigen Individuen entsprechen durchschnittlich etwa einem Andesin. Orthoklas kommt nicht in allen Dünnschliffen vor, er bildet Einsprenglings-artige Individuen von Centimetergröße, die ganz mit Plagioklastafeln erfüllt sind, ebenso wie in manchen Hornfels der Klasse 5 von Sölvserget. Mit diesem Orthoklas, der zum Mineralbestand des Hornfelses gehört, sind die Alkalifeldspate, die in Apophysen des Nordmarkits auftreten, nicht zu verwechseln. Auch diese Apophysenfeldspate treten mitunter Einsprenglings-artig im Hornfels auf, lassen aber in ihrer Anordnung erkennen, daß sie ursprünglich zusammenhängenden Apophysen angehört haben. Quarz fehlt in der Regel. Die Menge der Pyroxene kann stellenweise sehr abnehmen, wobei die Menge des Biotits steigt.

Die Struktur ist die gewöhnliche der Hornfelse, die Tafeln des Biotits sind oft siebartig durchlöchert. Der diopsidische Pyroxen tritt durchwegs in etwas größeren Individuen auf, als der Hypersthen. Ersterer ist oft poikilitisch durchlöchert, letzterer enthält weniger oft Einschlüsse.

Unter den Hornfelsbruchstücken im Nordmarkit bei Grorud ist auch die Klasse 6 repräsentiert. Weder in ihrer Struktur, noch im Mineralbestand unterscheiden sich die Gesteine wesentlich von den oben beschriebenen.

In einem solchen Gestein von Kalbakken bei Grorud fand ich als Hauptbestandteile Plagioklas, Biotit, Hypersthen und diopsidischen Pyroxen, daneben fanden sich noch Apatitnadeln und ca. 1 % Magnetit. Hypersthen war der Menge nach unter den Pyroxenen vorherrschend. Der Plagioklas zeigte schönen Zonenbau (Kern 37 % An., Hülle 27 % An.). Die Korngröße war relativ gering; Größe des Biotits ca. 0,1—0,2 mm., Pyroxene ca. 0,05 mm., Plagioklas ca. 0,02 mm.

Kontaktmetamorphe Sedimente mit dem Mineralbestand der Klasse 6 sind, soviel mir bekannt ist, bis jetzt noch nicht von anderer Seite beschrieben worden.

Anhang zu den Hornfels der Klasse 6, der Essexit-Hornfels von Aarvold.

Neben den Bruchstücken echter Schieferhornfelse im Syenit des Axinitvorkommens trifft man metergroße scharfkantige Bruchstücke eines Hornfelses ohne Schichtung. Das Gestein ist von dunkel graubrauner

Farbe, makroskopisch erkennt man centimetergroße braune Biotittafeln. Wie die quantitative Analyse (welche Herr Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg freundlichst ausführte) zeigt, handelt es sich um ein umgewandeltes Eruptivgestein, und zwar um einen Essexithornfels.

Die Bruchstücke stammen mit größter Wahrscheinlichkeit, man möchte sagen Gewißheit, aus den Ergußgesteinen der Essexitreihe, welche überall im Kristianiagebiet den devonischen Sandstein überlagern. Gleich nordöstlich vom Aarvoldstal sind mächtige Schollen dieser Gesteine vom Nordmarkit umgewandelt worden, hier allerdings mit den Kennzeichen peripherischer Kontaktmetamorphose (Hornblendebildung). Eine Stütze für die Annahme, es handle sich um Essexitgesteine aus Lavadecken, bilden die zahllosen Bruchstücke von Rhombenporphyr, die im Syenit von Aarvold liegen. Diese stammen aus den Rhombenporphyrdecken, welche die Essexitlaven überlagern. Es ist nicht weiter merkwürdig, daß man neben Bruchstücken von Silur und Rhombenporphyr auch solche der dazwischenliegenden Essexitlaven findet.

Die Essexithornfelse von Aarvold sind von hohem Interesse wegen ihres Mineralbestands, welcher dem der Schieferhornfelse ganz analog ist.

Unter I ist Prof. DITTRICH'S Analyse eines solchen Hornfelses mitgeteilt, die unter II angeführten Zahlen sind das Mittel einer Anzahl von Analysen der essexitischen Ergußgesteine im Kristianiagebiet. Herr Prof. BRÖGGER hatte die große Liebenswürdigkeit, mir diese, noch nicht publizierten, Zahlen mitzuteilen.

| I | | II |
|--------------------------------------|----------------|---------------------|
| <i>Essexit-Hornfels, Aarvold,</i> | | <i>Essexitlaven</i> |
| <i>Einschluß im Nordmarkit</i> | | <i>(Mittel)</i> |
| SiO ₂ . . . | 49,19 | 49,23 |
| TiO ₂ . . . | 2,98 | 2,77 |
| Al ₂ O ₃ . . . | 14,22 | 14,25 |
| Fe ₂ O ₃ . . . | 6,00 | 9,02 |
| FeO . . . | 8,28 | 4,40 |
| MnO . . . | 0,09 | 0,18 |
| MgO . . . | 5,70 | 5,08 |
| CaO . . . | 8,55 | 8,28 |
| Na ₂ O . . . | 3,48 | 2,60 |
| K ₂ O . . . | 0,79 | 1,88 |
| H ₂ O . . . | 0,51 | 2,04 |
| P ₂ O ₅ . . . | Nicht bestimmt | 0,43 |
| CO ₂ . . . | » » | 0,11 |
| 99,79 | | 100,27 |

Die Uebereinstimmung ist eine überraschend genaue. Nur in Bezug auf die Alkalien ist ein kleiner Unterschied vorhanden; unter den Analysen, aus denen Herr Prof. BRÖGGER das Mittel berechnet hat, sind aber auch solche, die fast dieselben Werte für Kali und Natron zeigen, wie sie im Aarvoldgestein gefunden sind. Herr Prof. DITTRICH war so freundlich, auf meine Bitte die Alkalibestimmung zu wiederholen; das Resultat war dasselbe, nämlich $0,74 \text{ K}_2\text{O}$ und $3,28 \text{ Na}_2\text{O}$.

Gegenüber den gewöhnlichen Schieferhornfelsen zeigt das Gestein von Aarvold aber ausgeprägte Unterschiede, z. B. den hohen Gehalt an Titansäure und das Ueberwiegen des Natrons gegenüber Kali.

Die Uebereinstimmung mit den normalen Essexitlaven zeigt, daß bei der Metamorphose keinerlei Substanzzufuhr stattgefunden hat, der Wassergehalt ist dagegen, wie so oft, vermindert worden.

Nach dem Mineralbestand läßt sich der Essexithornfels der Reihe der Schieferhornfelse angliedern, und zwar gehört er zur Klasse 6, es ist ein Plagioklas-Diopsid-Hypersthen-Hornfels. Die Gemengteile des Gesteins sind folgende: Plagioklas, Biotit, Hypersthen, Diopsid, Quarz, Titaneisen, Magnetit, Apatit.

Plagioklas ist der Hauptbestandteil des Gesteins. Seine Individuen zeigen schöne Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetz, sie sind tafelförmig nach {010}; die Tafeln sind divergentstrahlig angeordnet.

Der Plagioklas zeigt in allen Stellungen höhere Lichtbrechung als Canadabalsam, der Anorthitgehalt wurde nach dem Auslöschungswinkel in Schnitten \perp MP bestimmt. Ich fand:

| | $a:M$ | Mittel | $\% \text{ An}$ |
|---|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 1, Kern 27 ⁰ | | |
| | 1, Hülle 9 | | |
| | 1', Kern 28 | 27,5 ⁰ | 51 $\frac{0}{10}$ |
| | 1', Hülle 11 | 10 | 26,5 |
| 2 | 1, Hülle 12 | | |
| | 1', Kern 19 | 19 | 33 |
| | 1', Hülle 11 | 11,5 | 27,5 |
| 3 | 1, Kern 20 | | |
| | 1, Hülle 10 | | |
| | 1', Kern 22 | 21 | 34 |
| | 1', Hülle 9 | 9,5 | 26 |
| 4 | 1, Kern 27 | | |
| | 1, Hülle 7 | | |
| | 1', Kern 27 | 27 | 50 |
| | 1', Hülle 9 | 8 | 26 |

Der Zonenbau der Plagioklase ist also sehr ausgeprägt¹; der Kern zeigt stets höhere Lichtbrechung als die Hülle.

Der Biotit zeigt das Aussehen der gewöhnlichen tiefbraunen Hornfelsbiotite, er ist poikilitisch von den andern Mineralien durchwachsen. Im konvergenten Licht erweist er sich als einachsigt negativ.

Rhombischer und monokliner Pyroxen finden sich in ungefähr gleicher Menge. Beide sind durch dunkle Einschlüsse staubig getrübt. Der rhombische Pyroxen ist eisenreicher Hypersthen mit kleinem negativen Achsenwinkel, $2V$ ist schätzungsweise 50° .

Quarz findet sich nur in ganz geringer Menge, ich wurde erst durch Herrn Prof. BRÖGGER auf denselben aufmerksam gemacht. Er findet sich als schmale Umrandung der Biotittafeln und lässt sich an seiner Einachsigkeit mit positivem Charakter der Doppelbrechung erkennen. Die Verknüpfung von Biotit und Quarz in dem basischen Gestein deutet darauf, daß der Biotit bei der Kontaktmetamorphose aus einem saureren Silikat (Hornblende oder Augit) entstanden ist, wobei ein Ueberschuß an Kieselsäure als Quarz ausgeschieden wurde.

Das reichlich vorhandene opake Eisenerz des Gesteins dürfte größtenteils Titaneisen sein, da nur ein kleiner Bruchteil der Titansäure im Biotit gebunden sein kann. Titanit und Rutil fehlen gänzlich. Apatit ist in recht großer Menge vorhanden; er bildet dünne Nadeln in den andern Mineralien.

Der Mineralbestand entspricht also, abgesehen vom Titaneisen, ganz einem normalen Schieferhornfels der Klasse 6, auch in der Struktur ist so große Aehnlichkeit vorhanden, daß ich erst durch die Analyse auf die Sonderstellung des eben beschriebenen Gesteins aufmerksam wurde. Kennt man erst den Unterschied, so kann man die Gesteine makroskopisch unterscheiden, indem der Essexithornfels niemals die Bänderung und Streifung der Schieferhornfelse zeigt.

Die mineralogische Uebereinstimmung mit den gewöhnlichen Hornfelsen zeigt, daß der Mineralbestand eines Kontaktgesteins nicht von dem ursprünglich vorhandenen Mineralbestand abhängig ist.

Auch bei kontaktmetamorphen Eruptivgesteinen kann man einen äußeren und einen inneren Kontakthof unterscheiden. Der äußere ist bei den Essexitlaven durch Hornblende und Epidot charakterisiert (Uralitporphyr von Bærum, umgewandelte Essexitlaven nördlich von Grorud); dem inneren Kontakthof entspricht der Pyroxenhornfels von Aarvold.

Das ursprüngliche Gestein enthält Olivin, den man aber nie in den Kontaktprodukten antrifft.

¹ Bei den Schnitten 2 u. 3 war der innerste Kern der Plagioklase nicht im Dünnschliff mitenthalt.

Die Analyse des Essexithornfelsens von Aarvold läßt sich auf folgender Grundlage berechnen.

Da Kalifeldspat völlig fehlt, muß alles Kali in den Biotit eingehn. Als Zusammensetzung des Biotits wurde JANNASCHS Analyse des Hornfelsbiotits angenommen. Als Phosphorsäuregehalt wurde 0,43 $\frac{0}{10}$ angenommen, entsprechend dem Mittel der Analysen von Essexitlaven. Dieser Phosphorsäuregehalt wurde als Apatit in Rechnung gebracht. Dann wurde alles Natron als Albit verrechnet, alle noch übrige Tonerde als Anorthit.

Nur ein kleiner Teil der Titansäure kann im Biotit gebunden sein, der Rest wurde als Ilmenit verrechnet. Wahrscheinlich ist die Bestimmung des Eisenoxyduls wegen der Unlöslichkeit des Hypersthens zu niedrig ausgefallen; zieht man dies in Rechnung, so kann man den Rest als eine Mischung von Hypersthen und diopsidischem Pyroxen samt Magnetit verrechnen. In den Pyroxenen sollten nach dieser Berechnung ungefähr gleiche Molekularmengen von Magnesia und Eisenoxydul vorhanden sein. Die Menge des Quarzes ist zu klein, um bei der Berechnung berücksichtigt zu werden.

Wir erhalten als Gesamtergebnis:

| | |
|-----------------------|--------------------|
| Albit | 29 $\frac{0}{10}$ |
| Anorthit | 19 » |
| Hypersthen | 17 » |
| Diopsidischer Pyroxen | 18 » |
| Biotit | 9 » |
| Ilmenit | 5 » |
| Magnetit | 2 » |
| Apatit | 1 » |
| | 100 $\frac{0}{10}$ |

Der berechnete Mineralbestand stimmt mit dem im Dünnschliff beobachteten Mengenverhältnis vollständig überein. Die Zusammensetzung des Plagioklases entspricht dem Durchschnittswert der optischen Bestimmungen.

Bemerkenswert ist die große Menge der Eisenerze, wenn man das Gestein mit den normalen Tonschieferhornfelsens der Klasse 6 vergleicht. Dies hat seinen Grund einerseits in dem Zurücktreten des Kalis, anderseits in dem niedrigen Gehalt an Kieselsäure. Titansäure und Eisenoxyde, die in diesem Hornfels teilweise als Eisenerze gebunden sind, würden in einem Gestein, das mehr Kali und Kieselsäure enthielte, in Biotit und Pyroxen eingehn.

Kontaktmetamorphe Eruptivgesteine mit rhombischem Pyroxen sind von ERDMANNSDÖRFFER aus dem Harz beschrieben worden (Jahrb. Preuss. geol. Landesanst. 25, 1904, p. 1).

An der gegenüber liegenden Seite (der Westseite) des Aarvoldstals fand ich später eine große Scholle desselben Gesteins. Die Scholle, welche vielleicht 20 m. lang sein mag, ist in einem kleinen Schotterbruch aufgeschlossen. Sie ist allseitig von Nordmarkit umgeben und wird ebenso, wie die oben beschriebene, von Silurschollen und Rhombenporphyrshollen begleitet. Das Gestein unterscheidet sich von dem analysierten Essexithornfels nur durch die geringere Größe der Biotittafeln, sonst sind Korngröße, Struktur und Mineralbestand die gleichen.

Herr stud. real. O. ANDERSEN brachte mir ein Handstück einer eingeschlossenen Scholle von Essexitlava aus dem großen Nordmarkitgebiet von Nordmarken. Die etwa 10 m. lange Scholle liegt bei Myraas nahe Slagteren im Nordmarkitporphyr zusammen mit umgewandelten Rhombenporphyrshollen.

Dieser Essexithornfels muß einem sehr basischen Ergußgestein entsprechen, der Plagioklas tritt an Menge ganz gegen die dunkeln Mineralien zurück. Unter diesen ist nur wenig Biotit vorhanden, die Hauptrolle spielt eine braune Hornblende.

Hornfelse der Klasse 7, Plagioklas-Diopsid-Hornfelse.

Steigt der Gehalt an Kalk in einem Hornfels der Klasse 6, so wird die Menge des rhombischen Pyroxens geringer, weil auf dessen Kosten Diopsid gebildet wird. Im Grenzfall erhalten wir ein Gestein, daß keinen rhombischen Pyroxen enthält, also den Fall der Klasse 7.

Steigt der Kalkgehalt noch über den Grenzfall, so erhalten wir zunächst kein weiteres Kalksilikat, sondern die Mengen des Anorthits und diopsidischen Pyroxens steigen auf Kosten des Biotits. Je kalkreicher also ein Hornfels der Klasse 7 ist, desto geringer ist im allgemeinen die Menge des Biotits, statt dessen nimmt die Menge des Kalifeldspats zu.

Es erscheint demnach gerechtfertigt, die Hornfelse der Klasse 7 in zwei Gruppen zu teilen, die Biotit-reichen und die Biotit-armen Plagioklas-Diopsid-Hornfelse. In letzteren ist die Menge des Biotits oft gleich Null. Hornfelse der Klasse 7 gehören zu den verbreitetsten Kontaktgesteinen im Kristianiagebiet. Im folgenden können nur einige wenige Beispiele der untersuchten Gesteine näher beschrieben werden.

Hornfelse der Klasse 7 mit viel Biotit.

In den Kontaktzonen des Essexits von Sölvserget kommen auch Hornfelse dieser Art vor, ich habe dieselben aber nicht näher untersucht.

Als Einschlüsse im Nordmarkit von Aarvold-Grorud sind derartige Hornfelse sehr häufig, sie können geradezu als der häufigste Typus unter den Einschlüssen bezeichnet werden.

Es sind teils einigermaßen dichte Hornfelse von dunkler Farbe, teils hellere grobkörnige Gesteine. In manchen der Hornfelse erreichen die Biotittafeln Centimetergröße, das Gestein erscheint dann fleckig durch den Gegensatz zwischen den dunkeln Individuen von Biotit und Pyroxen gegenüber der weißen Plagioklasgrundmasse.

Im Dünnschliff erinnert die Struktur an die der schon beschriebenen Hornfelse der Klassen 4, 5 und 6. Die Quarz-freien Hornfelse enthalten in einer farblosen Plagioklasgrundmasse, die aus dicktafelförmigen Individuen besteht, große braune Biotittafeln und poikilitisch durchlöchernde Pyroxene.

Quarzreiche Hornfelse dieser Klasse enthalten die gewöhnlichen rautenförmigen Plagioklastafeln als Einschlüsse in poikilitisch durchlöchernden großen Quarzen. Die Quarzkörner zeigen keine regelmäßige Begrenzung.

Der Biotit zeigt die gewöhnlichen optischen Eigenschaften der Hornfelsbiotite, seine Farbe ist intensiv rotbraun (in den an Biotit-armen Hornfelsen der Klasse 7 zeigt der Biotit mehr grünliche Farbentöne).

Der Pyroxen erscheint im Dünnschliff durchwegs licht grünlich gefärbt, er dürfte nach seinen optischen Eigenschaften ganz überwiegend aus einer Mischung von Diopsidsilikat und Hedenbergitsilikat bestehen, ohne daß eine sehr große Menge R_2O_3 an seiner Zusammensetzung teilnimmt. Er muß zu den diopsidischen Pyroxenen oder diopsidischen Augiten gerechnet werden (entsprechend der Unterscheidung in ROSENBUSCH-WÜLFING, Mikr. Phys. 4. Aufl., 1, 2).

Der Plagioklas ist in den von mir untersuchten Gesteinen dieser Klasse ziemlich sauer (oft 30—40 % An.). Ich muß aber bemerken, daß bei den grobkörnigen Hornfelsbruchstücken in den sauren Eruptivgesteinen, die besonders geeignet zu mikroskopischen Untersuchungen sind, eine Zufuhr von Natron mitunter vorkommt. In feinkörnigen, weiter vom Eruptiv entfernten, Hornfelsen ist eine genaue Plagioklasbestimmung viel schwieriger. Der Zonenbau der Plagioklase ist oft sehr ausgesprochen, in den weitaus meisten Fällen findet sich um einen Kern mit etwa 35 % An. eine Hülle mit etwa 26 % An. Der Zonenbau an sich hat aber keineswegs etwas mit einer nachträglichen Albitzufuhr zu tun (vergl. die Hornfelse der Klasse 5 von Sölvserget). Plagioklase mit einem Anorthitgehalt von 20—25 % zeigen keinen Zonenbau. In vielen Fällen zeigt der Plagioklas schöne polysynthetische Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetz, in andern Fällen fehlt dieselbe vollständig. Die am stärksten umgewandelten kleinen Hornfelsschollen zeigen durchwegs die schönste Zwillingsstreifung der Plagioklase.

Kalifeldspat ist in den Hornfelsbruchstücken im Nordmarkit von Aarvold—Gorud keineswegs selten, fehlt aber in manchen der untersuchten Gesteine vollständig. Wo er vorkommt, ist er gewöhnlich siebartig durchlöchert und von Plagioklaskrystallen erfüllt.

Dasselbe, was oben für den Kalifeldspat gesagt wurde, gilt auch für Quarz.

Apatit und Eisenerze kommen mitunter in geringen Mengen vor. Zirkon ist an den pleochroitischen Höfen im Biotit leicht erkennbar.

Ein besonders grobkörniger Plagioklas-Diopsid-Hornfels aus dem Steinbruch an der Südostseite des Aarvoldaas wurde auf meinen Wunsch von Herrn Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg analysiert (vergl. p. 36).

Im Dünnschliff beobachtet man als Hauptbestandteil einen recht sauren Plagioklas. Die Zusammensetzung des Plagioklases wurde durch den Auslöschungswinkel in Schnitten senkrecht zu M u. P bestimmt. Das Mittel von 10 gut übereinstimmenden Bestimmungen war ca. 24 $\frac{0}{0}$ An. Damit stimmt der negative Charakter der Doppelbrechung (ebenfalls an 10 Individuen konstatiert) und die Tatsache, daß der Brechungsquotient β größer ist, als der von Canadabalsam.

Kalifeldspat kommt in weit geringerer Menge vor als Plagioklas, er dürfte teilweise Apophysen des Nordmarkits entstammen. Die staubig getrübten Individuen des Kalifeldspats zeigen viel niedrigere Lichtbrechung als die des Plagioklases.

Quarz fehlt in dem untersuchten Stück vollständig.

Die Menge des Biotits ist sehr bedeutend, sie mag zu einem Drittel der Gesteinsmasse gesetzt werden.

Auch monokliner Pyroxen ist in großer Menge vorhanden, er dürfte mindestens ein Zehntel der Gesteinsmasse ausmachen. Seine Achse A zeigt deutliche Dispersion $\varrho > \nu$ um die spitze Bisektrix γ , die Achse B nur schwache Dispersion $\varrho > \nu$ um die Bisektrix γ . Der Auslöschungswinkel in Schnitten β beträgt etwa 45 $^{\circ}$, die Dispersion der Auslöschung ist nicht merklich. Es ist also ein diopsidischer Augit. Der Pyroxen bildet große, siebartig durchlöchernte Individuen.

Längs Sprüngen, welche die Gesteinsmasse durchsetzen, ist der Pyroxen uralitisiert worden, die Gesamtmenge des grünen Amphibols ist aber so unbedeutend, daß man sie bei der Berechnung nicht zu berücksichtigen braucht.

Magnetit ist nur in geringer Menge vorhanden, es mag vielleicht 1 $\frac{0}{0}$ der Gesteinsmasse sein.

Die Analyse zeigt eine Zusammensetzung des Gesteins, die von den typischen Mergelschiefern erheblich abweicht. Der Gehalt an Natron ist

ungemein groß. In rein chemischer Beziehung verhält sich das Gestein, als ob ein Teil des CaO in einem normalen Hornfels durch Na_2O *ersetzt wäre*. Hätte die Natronzufuhr in Form von Albit stattgefunden, so müßte man einen höhern Gehalt an Tonerde und Kieselsäure erwarten, als er tatsächlich vorhanden ist.

Die Analyse (vergl. p. 36) läßt sich folgendermaßen berechnen:

Die Menge des Pyroxens wird schätzungsweise zu 10 % angenommen (je 5 % Hedenbergit und Diopsid). Der Rest des Kalks und alles Natron werden als Anorthit und Albit verrechnet. Die Menge des Magnetits wird zu 1 % geschätzt. Setzt man dann die Menge des Kalifeldspats zu 5 %, so entspricht der Rest der Analyse sehr genau der Zusammensetzung eines Biotits, wie sie etwa durch die Analysen auf p. 164 gegeben ist.

Der Mineralbestand des Gesteins wäre nach dieser Berechnungsweise:

| | |
|---------------------|------|
| Orthoklas | 5 % |
| Albit | 47 » |
| Anorthit | 7 » |
| Pyroxen | 10 » |
| Biotit | 29 |
| Magnetit | 1 » |

99 %

Der berechnete Mineralbestand stimmt insofern nicht mit dem beobachteten überein, als die berechnete Zusammensetzung des Plagioklases weit saurer ist, als die tatsächlich gefundene. Es gelang mir nicht, den Grund zu dieser Abweichung zu finden, in drei Dünnschliffen des analysierten Stücks ergab sich derselbe Plagioklas.

Eine weitere Bearbeitung erscheint jedenfalls erwünscht, ich hoffe in den nächsten Jahren eine eingehende Untersuchung über die Hornfelseinschlüsse im Nordmarkit von Aarvold—Grorud bringen zu können.

Sehr schön geschichtete große Hornfelsschollen, welche der Klasse 7 angehören, finden sich im Nordmarkit am Weg zwischen Grorud und Grusletten. Ein solches Gestein, das ich näher untersuchte, zeigte abwechselnde Schichten von Biotit-reichen und Biotit-armen Hornfelsen der Klasse 7.

Die Biotit-reichen Schichten enthalten ziemlich viel Quarz, eine Bestimmung des Plagioklases ergab 34 % An.

Die Biotit-armen Schichten enthalten einen ganz ähnlichen Plagioklas, ich fand 30 % An. Diese Schichten enthalten, im Gegensatz zu den anderen, ein wenig Titanit.

Quarz-reiche Diopsid-Plagioklas-Hornfelse mit viel Biotit kommen als eingeschlossene Schollen im Nordmarkit an der Westseite des Tals von Aarvold vor.

Die Hornfelsschollen von Aarvold—Grorud, insbesondere in dem Steinbruch an der Südostseite vom Aarvoldaas, zeigen sehr oft eine Zerflaserung der Ränder an der Grenze gegen den Nordmarkit. Im Dünnschliff beobachtet man, wie sich der Alkalifeldspat des Nordmarkits zwischen die Hornfelssä Körner einschiebt, derart, daß an der Grenze die Hornfelsmineralien in den Nordmarkitfeldspaten eingebettet sind. Die großen Feldspate sind dann oft ganz siebartig durchlöchert, das heißt, sie sind jünger als die Hornfelsmineralien.

Daß die Hornfelsmineralien schon vor den Mineralien des Eruptivgesteins auskrystallisiert sind, ist auch schon von F. TELLER und C. v. JOHN an den Kontaktprodukten des Diorits von Klausen beobachtet worden (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1882, p. 677).

Oft beobachtet man an der unmittelbaren Grenze der Hornfelse eine Anreicherung von Biotit im Nordmarkit¹, der Biotit bildet mitunter eine zusammenhängende Hülle um den Hornfels. Zum Teil mag dieser Biotit vielleicht dem Nordmarkit entstammen. Man könnte denken, daß die Umgebung der Hornfelsscholle besonders zahlreiche Krystallkeime von Biotit enthielt (aus dem Hornfels), die durch *Impfung* eine Krystallisation von Biotit aus dem Nordmarkitmagma hervorriefen. Dadurch müßte eine Anreicherung des Nordmarkit-Biotits in der unmittelbaren Umgebung der Schollen resultieren, wenn diese sich in einem Nordmarkitmagma befanden, das in Bezug auf die Krystallisation des Biotits ein wenig unterkühlt war. Ein derartig verlaufener Anreicherungsprozeß müßte zur Folge haben, daß der Nordmarkit in der weiteren Umgebung der Hornfelsschollen relativ arm an Biotit ist, was auch durch die Erfahrung bestätigt wird.

In ähnlicher Weise, wie die Ansammlung von Biotit um Hornfelsschollen, kann man vielleicht die Anreicherung von Amphibol und die (übrigens weit seltenere) von Titanit um die Schollen erklären.

O. H. ERDMANNSDÖRFFER möchte die Biotit-Anreicherung an Hornfelsschollen auf pneumatolytische Prozesse zurückführen (Centralbl. f. Min. u.s.w., 1910, p. 790; diese Arbeit erschien erst während der Drucklegung meiner Untersuchungen). In manchen der von ihm erwähnten Fälle mag es sich dabei um dieselbe Erscheinung handeln, wie sie oben beschrieben wurde. In andern Fällen (so bei dem Beispiel vom CHAOS DE HÉAS) mögen pneumatolytische Prozesse insofern beteiligt sein, als durch die Zufuhr von magmatischem Wasser Biotit auf Kosten anderer (wasserfreier) Kontaktmineralien entstanden ist. Daß aber weitergehende Stoffwanderungen dabei stattgefunden haben (vergl. ERDMANNSDÖRFFER l. c., p. 794), möchte ich bezweifeln. Wenn

¹ Dies wurde schon von A. PENCK beobachtet (Nyt Mag. f. Naturv. 25, 1879, p. 74).

man die immerhin variable Zusammensetzung sedimentärer Gesteine bedenkt, so sprechen die von ERDMANNSDÖRFFER zusammengestellten Analysen weit eher *gegen* eine stoffliche Zufuhr, als *für* eine solche. Derartige geringe Änderungen in der Zusammensetzung sind auch bei nicht metamorphen Sedimenten etwas ganz Gewöhnliches. Man könnte ebensoviele Beispiele für »Stoffwanderungen« im entgegengesetzten Sinn beibringen. Stoffzufuhr bei der Kontaktmetamorphose ist, wenn man von Karbonatgesteinen absieht, eine sehr seltene Erscheinung. Das einzige oft beobachtete Beispiel ist die Turmalinbildung in Tonschieferhornfelsen, auch hier handelt es sich meist nur um *sehr geringe Mengen* von Borfluorid.

Ähnliche Gesteine, wie die oben beschriebenen von Aaryold-Grorud, finden sich auch in dem Kontaktgebiet von Grua. Am Südeingang vom Grua-Tunnel liegen große, dunkle Hornfelsschollen im Nordmarkit (Pulaskit). Diese Schollen sind später noch einmal metamorphosiert worden (durch die benachbarten Quarznordmarkite), dabei sind die Biotittafeln in Chlorit pseudomorphosiert worden (der Chlorit ist parallel dem ursprünglichen Biotit orientiert). In manchen der Schollen finden wir statt Pyroxen ein Amphibolmineral, das wohl auch eine sekundäre Bildung darstellt. Die Hornfelse sind zum Teil reich an Quarz.

Nördlich von Grua kommen in der Kontaktzone des Nordmarkits ebenfalls Hornfelse der Klasse 7 vor. Ich untersuchte ein Stück von der unmittelbaren Grenze südlich von Valbykampen bei Jaren. Das Gestein enthält als Hauptbestandteil Plagioklas. Die Plagioklase sind zonarggebaut (Kern 37 % An., Hülle 25 % An.). In viel geringerer Menge findet sich Orthoklas. Die farbigen Gemengteile sind Biotit und diopsidischer Pyroxen. Bräunlichgrüner Amphibol, der sich in geringer Menge findet, ist wohl eine jüngere Bildung.

Auch unter den Kontaktprodukten an Akeriten kommen Biotit-reiche Hornfelse der Klasse 7 vor. Ich untersuchte ein Hornfelsbruchstück aus einem Akeritgang von Slagtern in Nordmarken. Das Kontaktgestein zeigt den gewöhnlichen Mineralbestand von Hornfelsen dieser Klasse. Der Biotit ist, wie in dem oben beschriebenen Gestein, in homoaxe Pseudomorphosen von Chlorit umgewandelt. Auch hier hat nämlich eine zweimalige Kontaktmetamorphose stattgefunden; durch die Nordmarkite sind die Kontaktprodukte des Akerits nochmals metamorphosiert worden.

In der Kontaktzone des Natrongranits bei Hamrefjeld sind Biotit-reiche Hornfelse der Klasse 7 ebenfalls sehr gewöhnlich. Ich habe die dortigen Gesteine nicht besonders eingehend untersucht, in ihrem Mineralbestand (Plagioklas, diopsidischer Pyroxen, Biotit, Quarz, wohl auch Kalifeldspat) und in der Struktur bieten sie nichts Außergewöhnliches. Neben der

großen Silurscholle von Hamrefjeld an deren Nordwestseite (siehe p. 58) finden sich ziemlich grobkörnige Hornfelse dieser Klasse, die sich durch den hohen Albitgehalt der Plagioklase auszeichnen.

In den Kontaktzonen des Granitits im Kristianiagebiet kommen Biotit-reiche Plagioklas-Diopsid-Hornfelse an vielen Stellen vor. Die Hornfelse der silurischen Etage 8 im Konnerud-Gebiet gehören zum Teil dieser Gruppe an; meistens ist die Menge des Biotits allerdings gering.

Ein solcher Hornfels von Konnerudkollen, der nahe der Granitgrenze am Abhang gegen das Drammenstal ansteht (bei der Seilbahnlinie), zeigte im Dünnschliff eine große Menge von braunem Biotit und grünlichem Pyroxen, welche in einer recht feinkörnigen, dichten Grundmasse lagen. Das vorherrschende Mineral der Grundmasse zeigte in allen Stellungen höhere Lichtbrechung als Canadabalsam, es war zweiachsig negativ mit großem Achsenwinkel. Eine Spaltbarkeit konnte wahrgenommen werden. Sehr wahrscheinlich handelt es sich um basischen Plagioklas, der ja in den Hornfelsen nicht selten ohne jede Zwillingsstreifung entwickelt ist. Der Pyroxen ist positiv (2 V etwa 60°). Seine hohe Doppelbrechung und schiefe Auslöschung lassen ihn leicht erkennen. Die Hornfelse von Konnerudkollen wurden schon von G. v. RATH beobachtet (siehe p. 8).

Die dunkeln Hornfelse von Hörtékollen dürften größtenteils der Klasse 7 angehören. Diese Gesteine sind aber so feinkörnig, daß eine eingehende mikroskopische Untersuchung sehr schwierig ist. Im Dünnschliff erkennt man kleine braune Biotit tafeln und stark lichtbrechende Pyroxenkörner, die in einer farblosen Grundmasse eingebettet sind. Letztere besteht wahrscheinlich wesentlich aus Plagioklas.

Typische Hornfelse der Klasse 7 sind von F. RINNE beschrieben worden (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 56, 1904, p. 135). Die »Plagioklas-Augit-Hornfelse« aus dem Granitkontakt von Kap Yatau (Kiautschou) gehören nach RINNES Beschreibung teils zu der Biotit-reichen, teil zu der Biotit-armen Abteilung der Klasse 7. Die Abbildung, welche RINNE von einem der letzteren gibt, könnte geradezu einen der Hornfelse von Konnerud vorstellen.

Hornfelse der Klasse 7 mit wenig Biotit.

Plagioklas-Diopsid-Hornfelse mit wenig Biotit sind im Kristianiagebiet sehr verbreitet, man kann sie als einen der häufigsten Hornfelstypen bezeichnen.

Ich habe derartige Gesteine von mehreren Fundorten untersucht. Makroskopisch erscheinen die Hornfelse dieser Gruppe durchwegs vollkom-

men dicht, die Farbe ist fast immer grün, wodurch man sie leicht von den braunvioletten Biotit-reichen Hornfelsen unterscheiden kann.

Ich kann folgende Vorkommen erwähnen.

Plagioklas-Diopsid-Hornfels aus der Kontaktzone des Akerits von Vettakollen, nördlich von Kristiania. Die untersuchten Stücke stammen von der Fahrstraße oberhalb der Haltestelle Skaadalen der Holmenkolbahn, wo sie kleine Schollen im Akerit nahe der unmittelbaren Grenze bilden. Das Gestein ist ganz frei von Biotit, die Hauptbestandteile sind grünlicher diopsidischer Pyroxen und Plagioklas mit etwa 30 % Anorthit.

Ähnliche grüne Hornfelse kommen auch als Schollen in der Kontaktzone des Nordmarkits von Aarvold-Grorud vor, sind hier aber nicht sehr häufig; mitunter enthalten sie große poikilitisch durchlöchernte Individuen von Prehnit.

Weit öfter findet man sie als Schichten in den Biotit-reichen Hornfelsen derselben Klasse in diesen Steinbrüchen. Die grünen Kalksilikatschichten sind gewöhnlich ungemein reich an Pyroxen, mitunter treten Plagioklase und andere Tonerde-Mineralien derartig zurück, daß man die Gesteine den Kontaktprodukten von Kalksandsteinen zurechnen muß.

In den Kontaktzonen des Granitits habe ich derartige Hornfelse vielfach beobachtet, am schönsten südlich von Drammen. Hier sind die mergeligen Tonschiefer der Etage 8 (Wenlockschiefer) zu Biotit-armen Hornfelsen der Klasse 7 umgewandelt. Die meist sehr dichten Hornfelse sind in der Regel hellgrün und bläulichgrün gebändert, entsprechend abwechselnden Schichten mit ein wenig Biotit oder ohne Biotit.

Im Dünnschliff erkennt man isometrische Körner von graugrünem Pyroxen, leicht kenntlich an der hohen Licht- und Doppelbrechung, der schiefen Auslöschung und dem positiven Achsenwinkel ($2V$ etwa 60°). Weniger häufig sind deutlich prismatisch gestreckte Pyroxene, die gewöhnlich zu mehreren in kleinen Klumpen angehäuft sind.

Die Pyroxene liegen in einer farblosen Grundmasse, in der es nicht leicht ist, die einzelnen Mineralien mit Sicherheit zu identifizieren. Bei Anwendung starker Vergrößerungen erkennt man Kalifeldspat (Orthoklas) mit schwacher Doppelbrechung und sehr niedriger Lichtbrechung. Letztere ist in allen Stellungen viel niedriger, als die des Canadabalsams. Neben dem Kalifeldspat findet sich viel Plagioklas in der Grundmasse, aber er ist schwer zu bestimmen, da Zwillingsstreifung fast nie vorhanden ist. Man erkennt ihn daran, daß er höher lichtbrechend ist als der Orthoklas. Der Brechungsquotient, welcher der Auslöschungsrichtung γ entspricht, ist stets höher als der des Canadabalsams. In manchen der Ge-

steine ist die Korngröße genügend, um den Plagioklas als zweiachsig erkennen zu lassen.

Nach der Analyse des Gesteins von Konnerudkollen muß in der Grundmasse mitunter auch Quarz vorkommen, außerdem Apatit.

Oft findet sich Biotit, dessen Menge aber nie so bedeutend ist, wie etwa in den dunkeln Plagioklas-Diopsid-Hornfelsen von Aarvold-Grorud. Der Biotit ist negativ mit ganz kleinem Achsenwinkel, er ist ein wenig heller grünbraun gefärbt, als der typische Hornfelsbiotit.

Titanit in kleinen rötlichen Körnern ist gewöhnlich in geringer Menge nachweisbar.

Einige typische Vorkommen dieser Hornfelse des Wenlockschiefers mögen hier erwähnt werden.

An der Landstraße von Drammen nach Konnerud unmittelbar über der Grenze des Granitits. Die grünen Hornfelse sind in einem kleinen Schotterbruch westlich von der Straße gut aufgeschlossen. Bei den Gruben von Konnerudkollen sind Hornfelse desselben Niveaus ganz prachtvoll entwickelt, die besten Aufschlüsse liegen am Ostabhang des Konnerudkollen, unmittelbar über der Plattform der Gruben nahe dem Scheidehaus. Auch an dem Weg, der vom Scheidehaus nach Norden zu der alten Bremsbahn führt, sind diese Hornfelse bequem zugänglich. Am Abhang gegen das Tal von Drammen lassen sich dieselben Hornfelse kontinuierlich nach Westen verfolgen, immer dicht über der oberen Grenze des Granititlakolithen. In besonders schöner Entwicklung sind dieselben Hornfelse unmittelbar über der Eisengrube von Narverud vorhanden. Offenbar unter Mitwirkung pneumatolytischer Faktoren haben sie hier eine ungewöhnliche Korngröße erreicht, die sie zur mikroskopischen Untersuchung geeignet macht. Eine genauere Bestimmung des Plagioklases war aber auch hier unmöglich, weil Zwillingsstreifung nicht vorhanden ist.

Eine Analyse von einem Biotit-armen Hornfels der Klasse 7 erschien mir sehr erwünscht, um den Verlauf der Hornfelsreihe darzutun. Herr Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg hat auf meinen Wunsch die Analyse ausgeführt, er teilte mir folgende Resultate mit.

Plagioklas-Diopsid-Hornfels vom Ostabhang des Konnerudkollen, etwas über dem Scheidehaus, Kontaktzone am Granitit.

| | | |
|--------------------------------|-----------|-------|
| SiO ₂ | | 57,24 |
| TiO ₂ | | 0,65 |
| Al ₂ O ₃ | | 12,30 |
| Fe ₂ O ₃ | | 1,77 |
| FeO | | 2,95 |

| | |
|---|-------|
| MnO | 0,09 |
| MgO | 4,80 |
| CaO | 10,31 |
| Na ₂ O | 2,78 |
| K ₂ O | 5,41 |
| P ₂ O ₅ | 0,90 |
| Glühverl. | 0,59 |
| | 99,78 |
| H ₂ O unter 110°. . . | 0,06 |
| H ₂ O über 110°. . . | 0,18 |

Die Analyse entspricht dem Kontaktprodukt eines Mergelschiefers mit recht hohem Kieselsäuregehalt.

Im Dünnschliff erkennt man zunächst zahlreiche grünliche Pyroxenkörner und spärlich Biotit in kleinen Blättchen. Diese Gemengteile liegen in einer farblosen Grundmasse, die größtenteils aus Orthoklas besteht; dieser läßt sich leicht an seiner niedrigen Lichtbrechung erkennen. Daneben findet sich saurer Plagioklas (Lichtbrechung sehr nahe der des Canadabalsams), dieser Plagioklas zeigt durchwegs keine Zwillingstreifung, weshalb ich keine näheren optischen Bestimmungen ausführen konnte.

Kleine rötliche Titanitkörnchen sind leicht an ihrer hohen Licht- und Doppelbrechung zu erkennen. Erze fehlen vollständig. Kalkspat findet sich hier und da in kleiner Menge, er ist wohl als ein Relikt aus dem ursprünglichen Gestein auszufassen, nicht als eine sekundäre Bildung.

Der Mineralbestand läßt sich auf folgende Weise aus der Analyse berechnen. Die Differenz zwischen Glühverlust und direkt bestimmtem Wasser wird als Kohlensäure in Rechnung gebracht. Die Menge des Biotits wird zu 4 $\frac{0}{10}$ der Gesteinsmasse gesetzt, als seine Zusammensetzung wurde JANNASCHS Analyse des Hornfelsbiotits angenommen.

Die Kohlensäure wird als Kalkspat verrechnet, die Phosphorsäure als Apatit. Nach Abzug des Biotits wird die noch übrige Titansäure als Titanit verrechnet, der Rest an Alkalien als Kalifeldspat und Albit. Die noch übrige Tonerde wird als Anorthit in Rechnung gebracht. Man behält dann noch folgenden Rest (unter Vernachlässigung des Wassers):

Molekularquotienten.

| | | |
|--------------------------------------|-------|--------|
| SiO ₂ . . . | 18,41 | 0,3056 |
| Fe ₂ O ₃ . . . | 1,77 | 0,0111 |
| FeO . . . | 2,07 | 0,1320 |
| MnO . . . | 0,09 | |
| MgO . . . | 4,48 | |
| CaO . . . | 7,48 | |
| | | 0,1333 |

Wie man sieht, entspricht der Rest ungefähr der Zusammensetzung eines Pyroxens mit einer geringer Beimengung von Quarz. Wird die Menge des Quarzes zu 2,4 % angenommen, so erhält man die unter I angeführte Zusammensetzung des Pyroxens. Zum Vergleich ist unter II ROSENBUSCHS Analyse eines Pyroxens aus Kalksilikatfels in Renschgneis wiedergegeben (Mitteil. Gr. Bad. geol. Landesanst. IV, 1901, p. 372).

| | I | II |
|--------------------------------------|-------|-------|
| SiO ₂ . . . | 50,05 | 49,68 |
| Al ₂ O ₃ . . . | — | 0,22 |
| Fe ₂ O ₃ . . . | 5,56 | 5,07 |
| FeO . . . | 6,51 | 8,86 |
| MnO . . . | 0,28 | 0,66 |
| MgO . . . | 14,08 | 11,13 |
| CaO . . . | 23,51 | 24,14 |
| | 99,99 | 99,76 |

Der Rest entspricht also gut einer Pyroxenzusammensetzung.

Der gesamte Mineralbestand des Plagioklas-Diopsidhornfelses von Konnerudkollen ist demnach folgender.

| | |
|------------------------|-------|
| Kalifeldspat | 29,9 |
| Albit | 23,2 |
| Anorthit | 4,3 |
| Pyroxen | 32,0 |
| Biotit | 4,0 |
| Quarz | 2,4 |
| Titanit | 1,2 |
| Apatit | 2,1 |
| Calcit | 0,8 |
| Wasser | 0,1 |
| | — |
| | 100,0 |

Was bei diesem Mineralbestand eines *Kalksilikat*-Hornfelses auf den ersten Blick auffällt, ist der niedrige Gehalt an Anorthit (nur 4,3 %). Dieser niedrige Anorthitgehalt hat seine Ursache in dem ungewöhnlich hohen Kaligehalt des Gesteins, der so viele Tonerde im Orthoklas bindet, daß nur 1,55 % zur Bildung von Anorthit übrig bleiben. Der Kaligehalt dürfte aber nur in relativ seltenen Fällen in Hornfels der Klasse 7 derart hohe Werte annehmen.

Die berechnete Menge des Pyroxens stimmt mit der wirklich beobachteten gut überein.

Ich kann noch einige weitere Hornfelse der Klasse 7 mit wenig Biotit aus den Kontaktzonen des Granitits erwähnen, so aus der Kontaktzone von Valsknatten bei Vikersund. Hier enthalten die grünen Hornfelse einen recht basischen Plagioklas, er ließ sich als Labrador bestimmen.

Die Hornfelse aus der prachtvollen Kontaktzone des Hörtekollen gehören ganz überwiegend der Klasse 7 an. Die grünen Schichten enthalten wenig Biotit, die dunkeln mehr. Zu petrographischen Studien sind diese Hornfelse wenig geeignet, da sie ungemein feinkörnig sind. Es sind umgewandelte Schichten des Untersilurs, der Etage 4.

Im großen und ganzen wird man kaum fehl gehen, wenn man die meisten feinkörnigen grünen Hornfelse des Kristianiagebiets dieser Gruppe zuzählt¹.

Aus den Kontaktzonen des Auslands sind mehrfach Hornfelse beschrieben worden, welche der Biotit-armen (kalkreicheren) Abteilung der Klasse 7 angehören. Ein sehr schönes Beispiel für diese Abteilung ist ein Kalksilikathornfels, den F. SLAVIK (Bull. internat. de l'Acad. des Sc. de Bohême, 1904) beschrieben hat. Der Kalksilikathornfels (Erlan) vom Granitkontakt bei Kočerad besteht aus Anorthit und diopsidischem Pyroxen; der Anorthit ist größtenteils nicht lamelliert. Die nach Abzug von ein wenig Karbonat, Wasser und org. Subst. auf 100 berechnete Analyse ergab:

| | | |
|--------------------------------|-----------|--------|
| SiO ₂ | | 46,31 |
| Al ₂ O ₃ | | 20,44 |
| FeO | | 8,94 |
| MnO | | 0,52 |
| MgO | | 1,75 |
| CaO | | 22,04 |
| | | <hr/> |
| | | 100,00 |

Ich habe diese Analyse wiedergegeben, weil sie zeigt, wie hoch der Gehalt an CaO in Hornfelsen der Klasse 7 steigen kann. Ein so hoher Kalkgehalt führt gewöhnlich zur Bildung von Granat, in diesem Falle ist die Entstehung des Granats dadurch verhindert worden, daß der Tonerde-

¹ Ein hellvioletter Kalksilikathornfels, den H. O. LANG aus der Kontaktzone des Natrongranits von Gunildrud beschreibt (Nyt Mag. f. Naturv. 30, 1886, p. 338), gehört sicherlich auch zu dieser Gruppe, vgl. p. 63. Dieses Gestein ist durch seinen hohen Kaligehalt bemerkenswert (8,51 % K₂O).

gehalt hoch genug war, um allen Kalk in Anorthit neben Pyroxen abzusättigen, wobei noch das Fehlen der Alkalien mitwirkt, da diese ja einen Teil der Tonerde verbraucht hätten.

Jedenfalls zeigt der Hornfels von Kočerad, wie selbst bei ganz extraordinärer Gesteinszusammensetzung die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Zusammensetzung und Mineralbestand erkennbar sind.

Ob das Gestein unter Substanzzufuhr gebildet ist, oder nicht, spielt dabei keine Rolle.

Hornfelse der Klasse 8, Grossular-Plagioklas-Diopsid-Hornfelse.

Hornfelse dieser Art habe ich bis jetzt nirgends in größeren Massen beobachtet. Sie können aus den Hornfelsen der Klasse 7 abgeleitet werden, indem man sich den Gehalt an Kalk (und eventuell Kieselsäure) etwas vergrößert denkt. Dann reagieren Anorthit und Kalksilikat unter Bildung von Grossular (vergl. p. 139).

In den Kontaktzonen des Kristianiagebiets habe ich niemals Wollastonit neben basischem Plagioklas gefunden. Bei dem Druck, der hier während der Kontaktmetamorphose herrschte (400 Atmosphären bis wenige tausend Atmosphären, vergl. p. 104), war also die rechte Seite bei der folgenden Umsetzung als Bodenkörper stabil:



Bei niedrigem Druck wird die linke Seite die nebeneinander stabilen Bodenkörper repräsentieren, dementsprechend trifft man in Einschlüssen von Ergußgesteinen mitunter Wollastonit neben basischem Plagioklas (vergl. z. B. A. LACROIX: »Les enclaves des roches volcaniques«).

Ist die Menge des Kalksilikats in den Hornfelsen nicht ausreichend, um alle Tonerde in Grossular überzuführen, so erhalten wir Gesteine, die neben Grossular noch Anorthit enthalten. Der Anorthit geht natürlich mit dem Albitgehalt des Gesteins in Mischplagioklase ein. Der Gehalt an Magnesia und Eisenoxydul ist im diopsidischen Pyroxen gebunden, eventuell vorhandenes Eisenoxyd geht wohl größtenteils in den Granat ein. Das einzige Titansäuremineral ist Titanit.

Ich kann folgende Fundorte erwähnen:

Der große Steinbruch an der Südostseite vom Aarvoldsaa. Hier kommt schichtenweise Grossular-Plagioklas-Diopsid-Hornfels in den Silurbruchstücken vor, die im Nordmarkit eingeschlossen sind. Im Dünnschliff erkennt man grünlichen Pyroxen, sowie Plagioklas und Granat. Der Plagioklas ist stärker lichtbrechend als Canadabalsam. Der Granat bildet

poikilitisch durchlöchernte Individuen, die ganz schwach doppelbrechend sind (Doppelbrechung des Rhombendodekaëdertypus).

In der Kontaktzone von Valsknätten habe ich ebenfalls die Mineralkombination dieser Klasse beobachtet, und zwar an der Grenze zwischen Hornfelsen der Klasse 7 und Kalkknollen, die zu Grossular umgewandelt waren.

Auch in der Kontaktzone von Hörtekollen dürften sie vorkommen.

Es ist merkwürdig, daß sich so wenige Beispiele für die Hornfelse der Klasse 8 beibringen ließen. Vielleicht werden fortgesetzte Untersuchungen an den feinkörnigen Kalksilikathornfelsen weitere Gesteine von dieser Klasse erkennen lassen.

Hornfelse der Klasse 9, Grossular-Diopsid-Hornfelse.

Diese Kalksilikathornfelse entsprechen dem kalkreichsten Grenzfall der Klasse 8, wenn aller Anorthit zur Bildung von Grossular aufgebraucht ist. Hornfelse der Klasse 9 sind im Kristianiagebiet sehr verbreitet, sie sind durch alle Uebergänge mit silikathaltigem Marmor verbunden. In diesem Abschnitt sollen nur die Hornfelse ohne große Menge von Karbonat besprochen werden.

Unter den Gesteinen des Vesuvianvorkommens von Hamrefjeld sind Hornfelse dieser Klasse sehr gewöhnlich. Die Hornfelse bilden dünne Schichten, die mit dem gewöhnlichen blauen Kontaktmarmor wechsellagern, entsprechend der Schichtung des ursprünglichen Sediments. Die Vesuviankrystalle sind auf den Hornfelsschichten aufgewachsen und gegen den Kalkspat krystallisiert.

Diese Hornfelse der Klasse 9 sind gewöhnlich von gelblichgrauer Farbe, sie sind meist sehr feinkörnig.

Im Dünnschliff erkennt man kleine rundliche Pyroxenkörner, die sich durch ihre starke Doppelbrechung scharf von der meist ganz isotropen Granatmasse abheben.

In den Kontaktzonen des Granitits sind diese Hornfelse auch sehr verbreitet. Man kann davon ausgehen, daß fast alle die gelblichen Hornfelse, die mit Kalk wechsellagern, der Klasse 9 angehören. Auch die metamorphen kalkreichen Knollen in umgewandelten Tonschiefern gehören gewöhnlich zu derselben Gruppe von Hornfelsen, sind aber meist grobkörniger entwickelt.

Als Fundort für Hornfelse der Klasse 9 sei z. B. Konnerudkollen erwähnt, an dem Ostabhang des Kollens sind solche Gesteine vielfach gut aufgeschlossen. Die Granatkrystalle sind oft ziemlich groß und stoßen

mit Polygonstruktur aneinander, die einzelnen Krystalle sind siebartig durchlöchert und enthalten massenhaft kleine Körner eines diopsidischen Pyroxens.

Auch die Kalkknollen im Hornfels von Valsknatten gehören nach ihrem Mineralbestand derselben Klasse an, die einzelnen Körner von Pyroxen und Granat erreichen Dimensionen von ein paar Millimetern.

Sehr schöne Hornfelse derselben Klasse kommen in der Kontaktzone von Gjellebæk an der Ostseite des Liertals vor. Von hier wurde ein solcher Hornfels unter dem Namen »Sphenoklas« als Mineral beschrieben (vergl. im mineralogischen Teil meiner Arbeit). KOBELLS Analyse des Sphenoklas kann als typische Zusammensetzung eines Hornfelses dieser Klasse betrachtet werden¹.

Hell gelblichweiße Hornfelse der Klasse 9 sind an der Nordseite der Landstraße Kristiania-Drammen gegenüber dem Hofe Kjenner gut aufgeschlossen. Die Gesteine besitzen zum Teil eine eigentümliche Struktur; schon makroskopisch erkennt man bis centimetergroße Dodekaëder von Grossular, die scheinbar das ganze Gestein zusammensetzen. Im Dünnschliff erkennt man in diesen Granatkrystallen massenhafte Einschlüsse eines diopsidischen Pyroxens, die dem Granat besonders in gewissen Schichten der Krystalle eingelagert sind. Eine teilweise Analyse dieses Gesteins ist im mineralogischen Teil dieser Arbeit mitgeteilt. Der Granat ist in manchen Schichten so überwiegend vorhanden, daß man das Gestein als Grossularfels bezeichnen möchte, letzteres gilt auch für einige Gesteine dieser Klasse von Konnerudknollen.

Die Hornfelse der Klasse 9 sind, wie aus obigem ersichtlich, durch die Mineralkombination Granat-Pyroxen charakterisiert. Der Granat ist im wesentlichen Grossular, der geringe Gehalt derartiger Gesteine an dreiwertigem Eisen ist wohl immer im Granat gebunden. Von zweiwertigen Elementen geht außer Calcium wohl nur ein wenig Mangan und zweiwertiges Eisen in den Granat ein. In gewöhnlichen Kontaktzonen sind die Granatminerale nach allen bisherigen Erfahrungen fast frei von Magnesia und enthalten nur etwa ein halbes Prozent Eisenoxydul. Die Hauptmenge von Magnesium, Eisen und wohl auch Mangan ist im Pyroxen gebunden. Der Kaligehalt ist primär im Orthoklas gebunden, in geringerer Menge kann sekundärer Muskovit vorkommen. Beide Mineralien habe ich im sogenannten Sphenoklas in geringer Menge beobachtet. Natron ist meistens nur in geringer Menge vorhanden, es dürfte immer im Albit

¹ Wenn man von dem hohen Mangangehalt absieht (derselbe ist übrigens sicher zu hoch bestimmt worden).

gebunden sein. Das einzige Titansäuremineral, welches in dieser Klasse beobachtet wurde, ist Titanit.

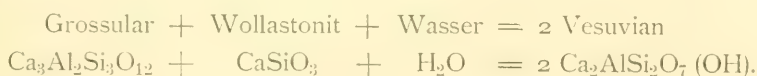
Ob die Granat-führenden Biotit-Hornfelse, wie sie z. B. aus dem Harz und dem Gebiet von Barr-Andlau beschrieben sind, direkt mit den Hornfelsen der Klassen 8 und 9 zusammenzustellen sind, ist wohl fraglich. Ich möchte sie für das Produkt einer kombinierten Dynamo- und Kontakt-Metamorphose ansehen.

Im chemischen Bestand sind sie vielleicht der Klasse 7 am nächsten stehend. Durch hohen Druck wird die Granatbildung in immer niedrigere (kalkärmere) Klassen verschoben¹, dies hat seinen Grund in dem kleinen Molekularvolumen der Granatmineralien.

Sobald man die Kompressibilität der betreffenden Mineralien, sowie die Wärmetönungen bei den in Betracht kommenden Reaktionen kennt, wird man aus solchen Verschiebungen des Mineralbestandes *die Größe des Drucks bei der Dynamometamorphose exakt berechnen können*.

Hornfelse der Klasse 10, Vesuvian-Grossular-Diopsid-Hornfelse.

Der chemische Bestand dieser Gesteine unterscheidet sich von dem der Klasse 9 durch einen höhern Gehalt an Kalksilikat. Statt der Mineralkombination Grossular-Wollastonit entsteht in vielen Fällen unter Hinzutreten von Wasser Vesuvian (vergl. p. 145). Die Reaktionsgleichung lautet:



Diese Reaktionsgleichung ist aber nicht im Sinn einer bestimmten Strukturformel zu interpretieren (vergl. p. 124, Anm. 1), sie sagt nur aus, daß die empirische Zusammensetzung des Vesuvians durch Addition von Grossular, Wollastonit und Wasser erhalten werden kann.

Die Reaktion der Vesuvianbildung kann entsprechend den weiter oben dargelegten Gesichtspunkten nur unterhalb einer gewissen Temperatur, der Umwandlungstemperatur, stattfinden. Auch wenn das zur Reaktion notwendige Wasser fehlt, kann Vesuvian nicht entstehen.

Immerhin ist Vesuvianbildung in Gesteinen mit dem chemischen Bestand der Klasse 10 fast immer eingetreten. Ich kenne eine ungemein große Anzahl von Hornfelsen der Klasse 10 im Kristianiagebiet, deren

¹ Indem vielleicht ein Teil des Diopsids unter diesen Bedingungen sein Kalksilikat an Anorthit abgegeben hat (unter Granatbildung), während sein MgO, FeO in den Biotit einging.

Tonerde teils in Grossular, teils in Vesuvian gebunden ist. In ebenfalls sehr vielen Gesteinen kommt Vesuvian neben Grossular und Wollastonit vor (hier war offenbar die Wassermenge nicht ausreichend, um *allen* Wollastonit respektive Grossular in Vesuvian überzuführen); aber nur in einem einzigen, noch dazu zweifelhaften, Fall habe ich Wollastonit neben Grossular gefunden, ohne daß Vesuvian vorkam (Gjellebæk, Wollastonit-pseudomorphosen). Wenn man in einer Kontaktzone des Kristianiagebiets Wollastonit mit Granat trifft, ohne daß daneben Vesuvian auftritt, darf man mit größter Wahrscheinlichkeit annehmen, daß der Granat nicht *Grossular* ist, sondern *Andradit* (der sich nicht mit Wollastonit und Wasser zu Vesuvian vereinigen kann).

Es würde zu weit führen, schon hier näher auf alle Vesuvian-führenden Kontaktgesteine im Kristianiagebiet einzugehn, die zahlreichen Vorkommen, die ich untersucht habe, sind im mineralogischen Teil unter Vesuvian beschrieben.

Es sei nur ein einzelnes Vorkommen erwähnt. Ein typisches Beispiel für einen Hornfels der Klasse 10 bildet ein grünes Kalksilikatgestein vom Axinitvorkommen an der Ostseite des Aarvoldstals. Makroskopisch erkennt man in einer feinkörnigen grünen Grundmasse centimetergroße tafelförmige Krystalle von Vesuvian (siehe diesen im mineralogischen Teil). Im Dünnschliff erkennt man, daß die Grundmasse aus diopsidischem Pyroxen und Granat besteht. Der diopsidische Pyroxen zeigt schönen zonaren Aufbau (siehe Pyroxen im mineralogischen Teil), randlich ist er nicht selten in Serpentinfasern pseudomorphosiert. Der Granat (Grossular) bildet recht scharfe kleine Krystalle, die völlig isotrop sind.

FeO und MgO sind in diesen Gesteinen, wie in denen der vorigen zwei Klassen, im diopsidischen Pyroxen gebunden, Natron im Albit, Kali im Orthoklas, Titansäure im Titanit, Phosphorsäure im Apatit.

Die häufige Assoziation des Vesuvians mit Wollastonit und Grossular ist auch von zahlreichen andern Kontaktzonen bekannt.

Die Hornfelse der Klasse 10 enthalten gemeinhin noch einen Ueberschuß an Kalkspat.

Nimmt die Menge des Kalkspats weiter zu, so kommen wir mit kontinuierlichem Uebergang zu den Kontaktprodukten reinerer und reinerer Kalksteine, zu silikatführendem Marmor (mit den Silikaten der Klasse 10), und schließlich zu reinem Marmor als Endglied der Reihe.

Auch Grossular-Diopsid-führender Marmor ohne Vesuvian oder Wollastonit kommt vor, er kann von Hornfelsen der Klasse 9 durch Zunahme des Gehalts an Kalkspat abgeleitet werden. Grossular und Kalkspat reagieren

nämlich nicht in Abwesenheit von freier Kieselsäure, nur aus Grossular und Kalksilikat kann Vesuvian entstehen.

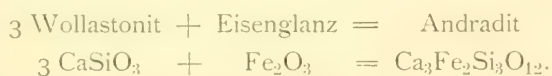
Endlich kommt auch Anorthit-führender Kontaktmarmor vor (bis jetzt noch nicht in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets beobachtet), er kann auf analoge Weise aus Hornfelsen der Klasse 7 abgeleitet werden.

Die Kontaktprodukte der Gesteinsreihe Sandstein-Kalksandstein-Kalkstein.

Die Kontaktgesteine dieser Reihe sind durch die Mineralien Kalkspat, Wollastonit und Quarz charakterisiert. Der Verlauf der Reaktion zwischen Kalkspat und Quarz ist außer von der Temperatur auch vom Druck abhängig (vergl. p. 144).

Außer diesen drei Mineralien finden wir aber noch als wesentlichen Gemengteil einen diopsidischen Pyroxen, der auf Kosten des wohl nie ganz fehlenden Gehalts an FeO und MgO gebildet ist. Ein Gehalt von einem Prozent Magnesia und einem Prozent Eisenoxydul in dem Kontaktprodukt eines sandigen Kalksteins ist ausreichend, um 8,8 Prozent eines diopsidischen Pyroxens zu bilden.

Die geringe Menge von Tonerde wird in kontaktmetamorphen Kalksandsteinen in Form von Grossular, oder häufiger Vesuvian, gebunden. Eisenoxyd reagiert mit Wollastonit unter Bildung von Andradit, entsprechend folgender Gleichung:



Der Andradit bildet dann eventuell mit Grossular isomorphe Mischungen.

Kali und Natron werden in Kalifeldspat und Albit gebunden, Titansäure in Titanit, Phosphorsäure in Apatit.

Kontaktprodukte dieser Gesteinsreihe habe ich von vielen Vorkommen untersucht, es seien hier einige typische Beispiele aus den Kontaktzonen des Nordmarkits beschrieben.

Sehr hübsche Vorkommen derartiger Kontaktgesteine finden sich in der Kontaktzone von Aarvold-Grorud, wo die kontaktmetamorphen Kalksandsteine oft Schichten im Biotit-reichen Hornfels (meist Klasse 7) bilden. Diese Kalksilikatgesteine sind in der Regel ziemlich dicht, ihre hellgrüne Farbe stammt von dem diopsidischen Pyroxen, der einen wesentlichen Bestandteil derselben bildet.

Ein solches Kalksilikatgestein vom Axinitvorkommen an der Ostseite des Tals von Aarvold zeigte im Dünnschliff als Hauptbestandteile Quarz,

Wollastonit und diopsidischen Pyroxen. Nicht ganz spärlich fanden sich Reste des ursprünglichen Kalkspats. Als jüngere, wahrscheinlich sekundäre, Bildung kam Desmin vor, der stellenweise die Zwischenräume zwischen den Kalksilikatkörnern ausfüllte.

Der Wollastonit läßt sich leicht an seiner optischen Orientierung erkennen, Achsenebene senkrecht auf die Längsrichtung, kleiner negativer Achsenwinkel. Mitunter zeigt er polysynthetische Zwillingstreifung, die an Plagioklas erinnern kann.

Der diopsidische Pyroxen ist im Dünnschliff grünlich gefärbt, die weit stärkere positive Doppelbrechung und die schiefe Auslöschung lassen ihn leicht vom Wollastonit unterscheiden.

Quarz ist in recht großer Menge vorhanden, er ist sicher ein ursprünglicher Gemengteil des Kalksandsteins. Der Desmin zeigt strahlige Aggregate mit viel niedrigerer Lichtbrechung als Canadabalsam, Längsrichtung negativ. Hier und da findet sich ein wenig Titanit.

Dieses Gestein steht in der Gesteinsreihe Sandstein-Kalk entschieden dem Sandstein am nächsten. Gesteine derselben Reihe, welche dem Kalkstein näher stehn, finden sich im Lakkolithendach derselben Gegend. Mit den Plagioklas-Cordierit-Hornfelsen der Klasse 3 wechsellagern Wollastonit-führende Kalksteine, etwas weiter östlich fand ich fast reine Wollastonit-felse (mit ein wenig diopsidischem Pyroxen).

Die grünen Kalksilikatgesteine¹ im großen Steinbruch an der Südostseite des Aarvoldsaaes gehören teils der Klasse 7 in der Hornfelsreihe an, teils sind es Kontaktprodukte, welche den metamorphen Kalksandsteinen näher stehn. Der Hauptbestandteil ist ein grüner diopsidischer Pyroxen, daneben findet sich Kalifeldspat (der vielleicht aus dem Nordmarkit stammt), sowie Prehnit, der große, poikilitisch durchlöchernte Individuen bildet.

Auch bei Grussletten nördlich von Grorud führen die Silurbruchstücke im Nordmarkit Schichten von kontaktmetamorphen Kalksandsteinen. Ein solches Gestein, welches ich untersuchte, bestand wesentlich aus diopsidischem Pyroxen und Wollastonit. Letzterer zeigte eine so regelmäßige Zwillinglamellierung, daß man ihn auf den ersten Blick für Plagioklas halten könnte, vergl. Wollastonit im mineralogischen Teil.

Am Nordmarkit von Mistberget, zwischen Eidsvold und Hurdalssjøen, finden sich schöne Kontaktprodukte von Kalksteinen. Mehrere von mir untersuchte Gesteine zeigten als Hauptgemengteile Kalkspat, Wollastonit und Quarz. In geringerer Menge finden sich stellenweise diopsidischer Pyroxen, Grossular und Vesuvian.

¹ Offenbar nahe verwandte Gesteine dieser Gegend sind schon von H. O. LANG beschrieben worden (Nyt Mag. f. Naturv., 30, 1886, p. 341).

Die Kontaktprodukte der Gesteinsreihe Sandstein-Tonschiefer.

Die Kontaktprodukte dieser Reihe unterscheiden sich von den Kontaktprodukten der Tonschiefer nur durch den größeren Gehalt an freiem Quarz.

Von jeder Klasse der Hornfelsreihe kann man sich eine Gesteinsreihe mit zunehmendem Quarzgehalt zum Sandstein verlaufend vorstellen. In mineralogischer Beziehung bieten diese Gesteinsreihen nichts wesentlich Neues gegenüber den gewöhnlichen Hornfelsen der Klassen 1—10.

Die größeren Quarzkörner der Sandsteine behalten oft während der Metamorphose ihre ursprüngliche äußere Form; bemerkenswert ist es, daß die Quarze bei der Kontaktmetamorphose anscheinend immer die undulierende Auslöschung verlieren (vergl. Quarz im min. Teil). Ich habe dies bei den Kontaktprodukten des devonischen Sandsteins im Kristianiagebiet in allen untersuchten Fällen beobachtet. Ferner scheint es mir, daß die Mikroklingitterung der Feldspatbruchstücke in Arkosen durch die Kontaktmetamorphose weit schwächer wird und schließlich ganz verschwindet. In beiden Fällen scheint also bei der Kontaktmetamorphose eine Umlagerung stattzufinden.

Ueber die Beziehungen zwischen den gewöhnlichen Hornfelsen und den Korund- und Spinell-Hornfelsen.

Nach meiner Einteilung der Hornfelse in Klassen, die durch das Vorkommen der verschiedenen Tonerde- und Magnesia-Mineralien bestimmt sind, ist es leicht, die systematische Stellung der Korundhornfelse und der Spinellhornfelse zu definieren.

Man kann sich folgende Reaktionsgleichungen vorstellen (vergl. p. 131):



Korund- und Spinellhornfelse müssen also dann entstehen, wenn in Gesteinen der Klasse 1—3 die Kieselsäure nicht ausreichend ist, um alle Tonerde und Magnesia zu binden. Die Korund- und Spinell-Hornfelse gehören einer kieselsäurearmen Nebenreihe der eigentlichen Hornfelsreihe an. Denselben Effekt, wie ein niedriger Kieselsäuregehalt, hat natürlich ein ungewöhnlich hoher Gehalt an Tonerde und Magnesia; es kommt ja nur auf die relative Menge der einzelnen Bestandteile an.

Die Beziehung zwischen den normalen Hornfelsen und den Korund- und Spinell-Hornfelsen läßt sich folgendermaßen darstellen:

| | Gewöhnliche Hornfelsreihe | Kieselsäurearme Nebenreihe |
|-----------|---|------------------------------------|
| Klasse 1. | Andalusit-Cordierit-Hornfels | Korund-Spinell-Hornfels |
| Klasse 2. | Andalusit-Plagioklas-Cordierit-Hornfels | Korund-Plagioklas-Spinell-Hornfels |
| Klasse 3. | Plagioklas-Cordierit-Hornfels | Plagioklas-Spinell-Hornfels |

Es existieren natürlich Uebergänge zwischen beiden Reihen, wie etwa Hornfelse mit Cordierit und Spinell.

Im großen und ganzen müssen die Korund- und Spinell-Hornfelse als ziemlich seltene Gesteine bezeichnet werden. Die Zusammensetzung der Tonschiefer entspricht fast immer den Hornfelsen der normalen Reihe.

Typische Beispiele von Hornfelsen mit Spinell und Korund sind durch TELLER und V. JOHN unter den Kontaktprodukten des Diorits von Klausen entdeckt worden. W. SALOMON beschreibt sie aus dem Adamellogebiet, ERDMANNSDÖRFFER aus dem Harz. Auch von andern Fundorten kennt man sie. Die bis jetzt ausgeführten Analysen bestätigen die Auffassung dieser Hornfelse als einer *kieselsäurearmen, tonerdereichen Nebendreihe* zur normalen Hornfelsreihe.

Der Mineralbestand kontaktmetamorpher Dolomite.

Dolomitische Kalksteine sind zwar nicht aus dem Kristianiagebiet bekannt, und ich hatte daher nicht Gelegenheit, ihre Kontaktprodukte zu studieren; aber trotzdem möchte ich hier einige theoretische Betrachtungen einfügen, weil sie zum Teil auch auf die Kontaktmetamorphose des Kalksteins bezug haben.

Bekanntlich sind Magnesium-, Eisen- und Mangan-Karbonat weit leichter durch Wärme zersetzbar als Kalkspat. Schon bei verhältnismäßig niedriger Temperatur geben diese Karbonate ihre Kohlensäure ab. Ist in einem dolomitischen Kalk nur ein geringes Quantum Kieselsäure vorhanden, so wird dieses sich bei der Kontaktmetamorphose naturgemäß vorzugsweise mit denjenigen Basen verbinden, welche am leichtesten ihre Kohlensäure abgeben. Daher entstehen, wie längst bekannt, in kontaktmetamorphen Dolomiten vorzugsweise kalkärmere¹ Silikate, als der Zusammensetzung des

¹ Nachdem diese Ausführungen längst geschrieben waren, erschienen in Quart. Journ. 66, 4, Nov. 1910, p. 521 die Bemerkungen von T. CROOK über denselben Gegenstand. CROOKS Ansichten über den Mineralbestand kontaktmetamorpher Dolomite decken sich vollständig mit den meinigen.

ursprünglichen Gesteins entspräche. Ein Beispiel hierfür ist der Forsterit. Die leichtere Spaltung des Magnesiumkarbonats bei den Temperatur der Kontaktmetamorphose äußert sich auch in der Bildung von Periklas.

Diese Bemerkungen gelten aber auch für solche Kalksteine, welche nur wenig Magnesia enthalten. Ist nur ein geringer Kieselsäuregehalt vorhanden, so wird immer zuerst die Magnesia als Silikat gebunden. Selbst in Kalksteinen mit nur ca. 1 % MgO wird, wenn Kieselsäure zugegen ist, Diopsid gebildet. Dasselbe gilt natürlich für FeO und MnO.

Ist der Gehalt an Kieselsäure gering, der an Tonerde dagegen merklich, so kann sich Spinell bilden. Der Kaligehalt kontaktmetamorpher dolomitischer Gesteine dürfte zum wesentlichen Teil in Phlogopit gebunden werden.

Es dürfte wahrscheinlich nicht schwer sein, für die Kontaktprodukte der Gesteinsreihe Tonschiefer-Dolomit eine analoge Gliederung aufzustellen, wie ich sie für die Gesteinsreihe Tonschiefer-Kalkstein durchgeführt habe. Außer denselben Mineralien, die auch in den Hornfelsen der Klassen 1—10 auftreten, kämen hier noch folgende Verbindungen in Betracht:

Spinell, Periklas, Monticellit, Forsterit (und seine pneumatolytischen Derivate, die Humitminerale¹⁾ und Phlogopit. Auch die Mineralien der *Gehlenit-Åkermanit-Reihe* scheinen vorzugsweise in Kontaktprodukten dolomitischer Gesteine aufzutreten, doch sind wir über ihre Bildungsbedingungen in Kontaktgesteinen wenig unterrichtet. Der reine Kalk-Åkermanit ohne Magnesia und Eisenoxydul scheint nicht existenzfähig zu sein.

Man darf dagegen nicht erwarten, den *Magnesia-Tonerde-Granat* in den Kontaktprodukten von Dolomitmergeln zu finden, etwa analog dem *Kalk-Tonerde-Granat* in Kalkmergeln. Der *Magnesia-Tonerde-Granat* und der *Eisen-Tonerde-Granat* sind für die Regionalmetamorphose charakteristisch, nicht für die Kontaktmetamorphose.

Amphibol-führende Kontaktgesteine².

In den Kontaktzonen des Kristianiagebiets finden sich vielfach Kontaktgesteine, die statt Pyroxen ein Amphibolmineral enthalten. Ich habe eine Reihe solcher Gesteine untersucht, um die Bildungsbedingungen von

¹ Falls die Auffassung der Humitminerale als $n \text{ Mg}_2\text{SiO}_4 + m \text{ Mg}_3\text{SiO}_4\text{F}_2$ (wobei n und m ganze Zahlen sind) korrekt ist, so sollten nach der Phasenregel höchstens je zwei dieser Mineralien nebeneinander stabil sein, da alle Verbindungen aus nur zwei Stoffen aufgebaut werden können. Dies wird durch die mineralogische Erfahrung bestätigt.

² Mit diesen Kontaktgesteinen, welche *primären* Amphibol enthalten, darf man nicht Kontaktgesteine mit *sekundärem* Amphibol verwechseln. Letztere sind im Kristianiagebiet keineswegs selten, die sekundäre Natur des auf Kosten von Pyroxen gebildeten Amphibols läßt sich aber meist leicht konstatieren.

Pyroxen und Amphibol zu studieren. Nach meinen bisherigen Resultaten scheint es, daß Pyroxen in der äußeren Kontaktzone durch Amphibol ersetzt wird, anderseits kann Amphibol auch in der inneren Kontaktzone entstehen, sofern ein genügender äußerer Druck vorhanden ist. Dies ist in vollständiger Uebereinstimmung mit den Ansichten, die F. BECKE (Tschermaks min. petrogr. Mitt. 16, 1897, p. 327) über die Relation zwischen Pyroxen und Amphibol geäußert hat (vergl. p. 111).

Ein typisches Beispiel für ein Amphibol-Gestein der inneren Kontaktzone, das unter hohem Druck entstanden ist, bildet ein Hornfels von Skrukkelien, westlich von Hurdalen. Als Beispiel eines Amphibol-Gesteins der äußeren Kontaktzone soll der umgewandelte Devonsandstein von Konnerud beschrieben werden. Amphibol-führende Kalksteine sind im mineralogischen Teil unter Amphibol kurz besprochen.

Der Amphibol-Hornfels von Skrukkelien.

Skrukkelien bildet ein Tal in der großen Nordmarkitmasse zwischen Hadeland und dem Süden des Mjösen. Die Breite des gewaltigen Lakkolithen beträgt hier etwa 25 km. Ungefähr in der Mitte der Eruptivmasse liegen am Fluße Gjödingelv ein paar kleine Silurschollen. Auf der geologischen Rektangelkarte, Blatt Eidsvold, ist eine viel zu große Scholle eingezeichnet und etwa 0,5 km. zu weit nach Westen verlegt. Prof. BRÖGGER (»Eruptivgest.« Bd. 2, p. 145 Anm.) erwähnt eine Kalkscholle von hier. Ich fand in derselben Gegend an der Landstraße eine Reihe von dunkeln Schieferschollen im Syenit. Eine ganz kleine, etwa handgroße, Scholle wurde mikroskopisch untersucht, es stellte sich heraus, daß ein Amphibol-Hornfels vorlag.

Diese Scholle muß ungemein tief in den Nordmarkit eingesunken sein. Der Fundort liegt in etwa 250 m. Meereshöhe im Talboden; die umgebenden Nordmarkitmassen erreichen Höhen von 700—800 m. Unter Annahme einer einigermaßen ebenen Oberfläche des Lakkolithen muß die Scholle etwa 500 m. tief in den Schmelzfluß eingesunken sein. Dies ist eine Mindestzahl, denn sie gilt nur unter der Voraussetzung, daß die höchsten Gipfel eben der Oberfläche des Nordmarkits entsprechen. Es ist interessant, daß die so tief eingesunkene Schieferscholle keine Spur von Schmelzungs- oder Resorptionserscheinungen zeigt. Die Struktur ist die gewöhnliche der Hornfelse.

Ich beobachtete folgenden Mineralbestand:

Biotit mit dem gewöhnlichen Aussehn der Hornfelsbiotite ist in ziemlich kleinen Blättern massenhaft vorhanden. Von andern Magnesia-Mine-

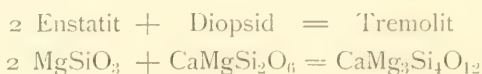
ralien findet sich nur blaßgrüne Hornblende, teils in kleinen ganzrandigen Individuen, teil in größeren, die poikilitisch durchlöchert sind. Die Individuen des Amphibols sind nicht selten noch '100' verzwillingt, wobei mitunter die beiden Individuen in Zwillingstellung einander schriftgranitisch durchdringen. Die Grundmasse des Gesteins wird von siebartig durchlöcherten großen Quarzkörnern gebildet, die von unzähligen winzigen Plagioklaskörnern erfüllt sind¹. Ein weiterer Gemengteil sind kleine opake Oktaëder, wohl Magnetit. Es erschien von Interesse, die Zusammensetzung dieses Gesteins mit der von Pyroxen-Hornfelsen zu vergleichen; ich ersuchte daher Herrn Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg, das Gestein zu analysieren. Zum Vergleich ist daneben die Analyse eines Plagioklas-Hypersthen-Hornfels (Klasse 5) von Sölvserget angeführt (siehe p. 169):

| <i>Plagioklas-Amphibol- Hornfels, Skrukkelien, Einschluß in Nordmarkit</i> | <i>Plagioklas-Hypersthen- Hornfels, Sölvserget</i> |
|--|--|
| SiO ₂ . . . 55,54 | 56,59 |
| TiO ₂ . . . 0,57 | 0,29 |
| Al ₂ O ₃ . . . 19,43 | 18,15 |
| Fe ₂ O ₃ . . . 2,35 | 4,32 |
| FeO . . . 5,06 | 5,21 |
| MnO . . . 0,06 | 0,21 |
| MgO . . . 5,65 | 5,01 |
| CaO . . . 6,15 | 5,14 |
| Na ₂ O . . . 3,06 | 1,41 |
| K ₂ O . . . 1,92 | 3,64 |
| H ₂ O . . . 0,50 | 0,64 |
| P ₂ O ₅ . . . Nicht bestimmt | 0,10 |
| 100,29 | 100,71 |

Wie man sieht, stimmt die Zusammensetzung beider Hornfelse recht nahe überein, nur ist in dem Hornfels von Skrukkelien das Natron überwiegend, in dem von Sölvserget das Kali. Ob eine Zufuhr von Natron zum Hornfels stattgefunden hat, wage ich nicht zu entscheiden, da ich nicht das ursprüngliche unveränderte Sediment kenne; ich möchte aber eine Zufuhr für nicht unwahrscheinlich halten, vergl. p. 36. Ein Unterschied besteht auch im Kalkgehalt, dieser Unterschied ist sicherlich ein *primärer*, der in dem verschiedenen Kalkgehalt der Sedimente begründet war. Der

¹ Derart, daß die Menge des Plagioklases größer ist, als die des Quarzes.

Unterschied im Mineralbestand zeigt sich einerseits darin, daß in dem Hornfels von Skrukkelien Kalifeldspat gänzlich fehlt, andererseits in dem Auftreten von *Amphibol* statt *Pyroxen*. Da der Kalkgehalt¹ in dem Hornfels von Skrukkelien um etwa 1 % höher ist, als in dem der Klasse 5 von Sölvberget, so hätte das Gestein bei Entwicklung als Pyroxen-Hornfels gewiß der Klasse 6 angehört, es wäre ein Plagioklas-Diopsid-Hypersthen-Hornfels geworden. Daß statt dessen, wohl durch Einfluß höheren Drucks, ein Amphibol-Hornfels entstanden ist, läßt sich durch folgende Gleichung veranschaulichen:



Hierzu kommt die Komplikation, daß der Amphibol noch R_2O_3 aufnimmt. Der Mineralbestand des Amphibol-Hornfelses von Skrukkelien läßt sich auf folgende Weise annähernd berechnen. Der Gehalt an Natron wird als Albit verrechnet. Die Menge des Anorthits wird schätzungsweise zu 25 % gesetzt, die des Magnetits zu 1 %. Man behält dann noch den folgenden Rest:

| | |
|-----------------------------------|-------|
| SiO_2 | 27,00 |
| TiO_2 | 0,57 |
| Al_2O_3 | 5,18 |
| Fe_2O_3 | 1,66 |
| FeO | 4,75 |
| MnO | 0,06 |
| MgO | 5,65 |
| CaO | 1,12 |
| K_2O | 1,92 |
| H_2O | 0,50 |

der als Quarz, Biotit und Amphibol zu berechnen ist. Wir dürfen voraussetzen, daß der gesamte Kaligehalt im Biotit gebunden ist (Kalifeldspat fehlt), wir können daher die Menge des Biotits aus dem Kaligehalt berechnen. Als Zusammensetzung des Biotits habe ich G. TSCHERMAKS Analyse des Biotits von Tschebarkul (vergl. p. 164) angenommen, worin die kleine Natronmenge als Kali umgerechnet wurde. Der gesamte Titansäuregehalt des Hornfelses wurde dabei dem Biotit zugezählt, da andere Mineralien mit nennenswertem Titangehalt fehlen. Auf diese Weise erhält man eine Biotitmenge von 21,24 % und folgenden Rest:

¹ Der Gehalt an R_2O_3 ist in beiden Hornfelsen etwa gleich.

Molekularquotienten

| | | | |
|--------------------------------|---------|-------|--------|
| SiO ₂ | | 19,21 | 0,3186 |
| Al ₂ O ₃ | | 2,14 | 0,0209 |
| Fe ₂ O ₃ | | 0,51 | 0,0032 |
| FeO | | 1,64 | 0,0228 |
| MnO | | 0,06 | 0,0009 |
| MgO | | 2,20 | 0,0545 |
| CaO | | 1,12 | 0,0200 |
| H ₂ O | | 0,31 | 0,0172 |

Dieser Rest ist als Amphibol und Quarz zu verrechnen. Sieht man vom Wasser ab und berechnet den Amphibol als Mischung von $\overset{II}{R}_2\overset{III}{R}_4Si_2O_{12}$ und $Ca\overset{II}{R}_3Si_4O_{12}$, so behält man noch 0,60 % Tonerde¹ ungesättigt. Die Menge des freien Quarzes wäre nach dieser Berechnung 13,29 %. Wenn man den Tonerdeüberschuß und das Wasser nicht berücksichtigt, so erhält man die unter I aufgeführte Zusammensetzung des Amphibols. Zum Vergleich sind daneben zwei Analysen von verwandten Amphibolen mitgeteilt, II ist Hornblende aus Dacit von Cabo de Gata (OSANN, Zeitschr. d. d. geol. Ges., 43, 1891, p. 698), III ist Karinthin von der Saulalpe (CLAUSBRUCH, siehe HINTZES Handbuch, II, p. 1235).

| | I | II | III |
|-------------------------------------|------------|--------|--------|
| SiO ₂ | . . . 45,5 | 45,76 | 46,03 |
| TiO ₂ | . . . — | 1,43 | — |
| Al ₂ O ₃ | . . . 11,8 | 8,80 | 8,37 |
| Fe ₂ O ₃ | . . . 3,9 | 5,32 | — |
| FeO, MnO | . 13,1 | 11,80 | 17,44 |
| MgO | . . . 16,9 | 14,08 | 18,48 |
| CaO | . . . 8,6 | 10,62 | 10,23 |
| Na ₂ O, K ₂ O | . — | 1,65 | — |
| H ₂ O | . . . — | 0,85 | — |
| | 99,8 | 100,31 | 100,55 |

Die Analyse zeigt also die Zusammensetzung eines Amphibols der Reihe Pargasit gemeine Hornblende. Damit stimmen auch die optischen Eigenschaften überein. Der Auslöschungswinkel $c:\gamma$ ist gleich 18,4° (bei

¹ Dieser Ueberschuß von Tonerde kann nicht in Cordierit oder Andalusit gebunden sein, diese beiden Mineralien fehlen vollständig.

Karinthin Saualpe ist er $17,5^{\circ}$, vergl. STEPHAN KREUTZ, Sitzungsab. d. k. Acad., Wien, Math.-Naturw. Kl. 117, 1908, Abt. I, p. 877, nach dem Ref. in N. Jahrb. Min. 1910, I, p. 29; bei der Hornblende von Cabo de Gata ist dieser Winkel ca. 14° . Der negative Achsenwinkel ist ziemlich klein ($2V\alpha$ schätzungsweise 60°), das hat seinen Grund wohl in einem hohen Gehalt an Eisenoxyd (die Verteilung von Magnesia, Eisenoxyden und Tonerde zwischen Glimmer und Amphibol ist übrigens bei der Berechnung eine ganz willkürliche). Pleochroismus stark: γ intensiv graugrün, β hell gelbgrün, α fast farblos mit einem Stich ins gelbgrüne.

Der gesamte Mineralbestand wäre nach obiger, natürlich nur ganz approximativer, Berechnung:

| | |
|--------------------|-------------------|
| Albit | 26 $\frac{0}{10}$ |
| Anorthit | 25 » |
| Amphibol | 13 » |
| Biotit | 21 » |
| Quarz | 13 » |
| Magnetit | 1 |
| | <hr/> |
| | 99 $\frac{0}{10}$ |

Diese Mengenverhältnisse stimmen mit den beobachteten vollständig überein. Die Berechnung des Plagioklases als Labrador dürfte richtig sein, die geringe Größe der Plagioklaskörner macht aber eine exakte optische Bestimmung des Anorthitgehalts sehr schwierig. Die Lichtbrechung des Plagioklases ist in allen Fällen höher als die des Quarzes, Zonenbau mit höchstem Anorthitgehalt im Kern ist häufig. Zwillingsstreifung ist verhältnismäßig selten. An einem recht guten Schnitt senkrecht zu M und P maß ich die Auslöschungswinkel $\alpha' : M$ eines Albitzwillings zu 23° und 26° , aus dem Mittel folgt $40 \frac{0}{10}$ An.

Zu den Amphibol-Hornfelsen gehört auch ein Hornfels, den ich als Einschluß im Nordmarkit von Grorud fand. Dieser enthielt eine braune »basaltische« Hornblende, offenbar statt Biotit. Das Gestein ist im mineralogischen Teil unter Amphibol kurz beschrieben.

Die Sandsteinhornfelse von Konnerud.

Die Devonsandsteine in der Umgegend von Konnerudkollen und weiter südlich im Tal von Sande gehören der äußeren Kontaktzone an.

Es sind ungemein harte und widerstandsfähige Gesteine von graugrüner Farbe, die sich makroskopisch nur schwer von manchen Schiefer-

hornfelsen unterscheiden lassen. Schon KEILHAU (Gaea Norvegica) hebt die Aehnlichkeit mit gehärteten Schiefen hervor.

Man kann unter den Kontaktprodukten des Devonsandsteins verschiedene Typen unterscheiden, je nach der Menge des tonigen Bindemittels. So findet man auf Damaasen, südlich von Konnerudkollen, fast reine Quarzite, an andern Stellen kann die Tonsubstanz reichlicher vorhanden sein, als die großen Quarzkörner.

Die Struktur ist von dem Tongehalt abhängig; die reinsten Sandsteine sind zu Quarziten mit Pflasterstruktur umgewandelt; die Sandsteine mit mehr Bindemittel zeigen im kontaktmetamorphen Zustand große Körner von Quarz in einer feinkörnigen Hornfelsgrundmasse; die tonigen Schichten zeigen gewöhnliche Hornfelsstrukturen. Im mineralogischen Teil dieser Arbeit ist unter Quarz und Amphibol näheres über diese Gemengteile der Sandsteinhornfelse berichtet. Der Quarz zeigt im Gegensatz zu dem der ursprünglichen Devonsandsteine keine undulierende Auslöschung. Die ursprünglichen Sandsteine, ebenso wie ihre Kontaktprodukte, enthalten oft große Bruchstücke von Kalifeldspat.

Die meisten Sandsteinhornfelse sind, nach dem Ueberwiegen des Quarzes zu schließen, sehr kieselsäurereiche Gesteine. Zwischen den Quarzen und den ursprünglichen Feldspatbruchstücken erkennt man in der Hornfelsgrundmasse braunen Biotit, grünen Amphibol und Aggregate winziger Plagioklase. Neben oder statt Amphibol tritt an Punkten stärkster Kontaktmetamorphose Pyroxen auf, so z. B. nahe dem Quarzporphyrgang der Dale-Grube, ebenso an der unmittelbaren Grenze zwischen Granitit und Sandstein bei Holmestrand. Letztere Stücke sind von Prof. BRÖGGER gesammelt, in manchen Sandsteinhornfelsen von Holmestrand ist übrigens der Pyroxen sekundär zu Amphibol umgelagert.

Im mineralogischen Teil dieser Arbeit ist ein Sandsteinhornfels mit »porphyrischen« Hornblendeeinsprenglingen erwähnt, das Gestein stammt aus der Devonplatte zwischen Konnerudkollen und der Oran-Grube. Der feinkörnige Quarzit mit den großen Amphibolkrystallen wechselagert in etwa 3 cm. dicken Schichten mit einem sehr Amphibol-reichen Gestein. Unter dem Mikroskop erkennt man in letzterem als einen der Hauptbestandteile neben Quarz sehr hell grünen Amphibol, dessen optische Eigenschaften im mineralogischen Teil angeführt sind. Außerdem finden sich kleine Oktaëder von Magnetit, oft reihenweise parallel den Schichtflächen angeordnet, sowie einzelne Körnchen von Titanit. Biotit ist nur in ganz geringer Menge vorhanden, sie beträgt höchstens 2 % des Gesteins. Feldspate sind gewiß reichlich vorhanden, lassen sich aber nicht mit Sicherheit in der feinkörnigen Hornfelsgrundmasse bestimmen, nur

einige Körner von Kalifeldspat konnten an der niedrigen Lichtbrechung erkannt werden. Herr Prof. Dr. MAX DITTRICH hat auf meinen Wunsch eine Analyse¹ der Amphibol-reichsten Schichten ausgeführt; er fand:

Amphibol-Hornfels, Kommerud, äußere Kontaktzone an Granitit.

| | | |
|---|-----------|----------|
| SiO ₂ | | 62,40 |
| TiO ₂ | | 0,71 |
| Al ₂ O ₃ | | 13,43 |
| Fe ₂ O ₃ | | 2,59 |
| FeO | | 2,66 |
| MnO | | ca. 0,10 |
| MgO | | 5,46 |
| CaO | | 6,70 |
| Na ₂ O | | 2,11 |
| K ₂ O | | 2,55 |
| Glühverl. (mit 0,40 $\frac{0}{0}$ H ₂ O) | | 1,12 |
| | | 99,83 |

Wie man aus der Analyse, ebenso wie aus dem Mineralbestand, ersieht, ist das Gestein ursprünglich eine tonige Schicht gewesen, die dem Sandstein eingelagert war. Die Analyse kann auf folgende Weise berechnet werden: Die Biotitmenge wird schätzungsweise zu 2 $\frac{0}{0}$ (mit der Zusammensetzung nach JANNASCHS Analyse) gesetzt, der gesamte Rest der Alkalien wird als Albit und Orthoklas verrechnet; der Kohlensäure (Differenz von Glühverlust und direkt bestimmten Wasser) entsprechend wird Kalkspat angenommen. Der nach der Biotitbildung restierende Teil der Titansäure wird als Titanit berechnet. Auf diese Weise erhält man:

| | | |
|--------------|-----------|---------------------|
| Albit | | 17,69 $\frac{0}{0}$ |
| Kalifeldspat | | 14,09 » |
| Biotit | | 2,00 » |
| Calcit | | 1,64 » |
| Titanit | | 1,52 » |

¹ Dieselbe ist schon auf p. 69 abgedruckt. Wegen zu geringer Substanzmenge muß die Manganbestimmung als approximativ betrachtet werden, aus demselben Grund konnte Kohlensäure nicht direkt bestimmt werden, sondern nur als Differenz zwischen Glühverlust und Wasser.

Nach Abzug dieser Mineralien erhält man als Rest:

| | |
|--------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 40,00 |
| Al ₂ O ₃ | 7,02 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,59 |
| FeO | 2,22 |
| MnO | 0,10 |
| MgO | 5,30 |
| CaO | 5,33 |
| H ₂ O | 0,33 |

In diesem Rest sind Anorthit, Amphibol, Quarz und Magnetit enthalten. Die Menge des Magnetits können wir schätzungsweise gleich 2 % setzen. Die Verteilung der Tonerde zwischen Anorthit und Amphibol ist eine willkürliche; wenn wir 5,29 % Tonerde im Anorthit binden, so erhalten wir einen Rest, der einer Amphibolzusammensetzung und freiem Quarz entspricht, es sind dies (unter Vernachlässigung des Wassers, über dessen Bindungsweise im Amphibol wir wenig wissen):

| | |
|--------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 33,75 |
| Al ₂ O ₃ | 1,73 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,21 |
| FeO | 1,60 |
| MnO | 0,10 |
| MgO | 5,30 |
| CaO | 2,43 |

Der Rest läßt sich als Mischung von $\text{CaR}_3^{\text{II}}\text{Si}_4\text{O}_{12}$ und $\text{R}_2\text{R}_4^{\text{II III}}\text{Si}_2\text{O}_{12}$ berechnen, wir behalten dabei noch 22 % freien Quarz. Wenn wir das Wasser nicht mitrechnen, so erhalten wir folgende prozentische Zusammensetzung des Amphibols:

| | |
|--------------------------------|------|
| SiO ₂ | 49,2 |
| Al ₂ O ₃ | 7,1 |
| Fe ₂ O ₄ | 5,0 |
| FeO, MnO | 7,0 |
| MgO | 21,8 |
| CaO | 10,0 |

100,1

Dies ist eine recht gewöhnliche Amphibolzusammensetzung. Die optischen Eigenschaften des Amphibols sind im mineralogischen Teil angegeben. Der gesamte Mineralbestand des Gesteins wäre nach obiger Berechnungsweise (unter Vernachlässigung des Wassers):

| | |
|------------------------|-------------------|
| Kalifeldspat | 14 $\frac{0}{10}$ |
| Albit | 18) |
| Anorthit | 14) |
| Amphibol | 24 |
| Biotit | 2 |
| Quarz | 22) |
| Magnetit | 2) |
| Calcit | 2 |
| Titanit | 2) |

100 $\frac{0}{10}$

Dieser Mineralbestand dürfte dem wirklich Vorhandenen einigermaßen entsprechen; bei der geringen Korngröße der Gesteinsgrundmasse und der fehlenden Zwillingsstreifung der Plagioklase läßt sich das Mengenverhältnis zwischen Quarz, Kalifeldspat, Albit und Anorthit nicht kontrollieren. Die berechnete Menge des Amphibols stimmt mit der tatsächlich beobachteten überein.

Ähnliche Amphibol-führende Sandsteinhornfelse, wie die von Konnerud, sind in dem Kontaktgebiet von Bærum ganz gewöhnlich. Auch hier ist es der Devonsandstein, der umgewandelt ist.

In dem Silurgebiet von Hadeland kommt bekanntlich das Obersilur und Mittelsilur größtenteils in einer Sandsteinfacies vor. Die mittelsilurischen Quarzsandsteine sind an der Grenze gegen den Nordmarkit von Grua zu Sandsteinhornfelsen umgewandelt, die teils Amphibol, teils Pyroxen führen.

PNEUMATOLYTISCHE KONTAKTGESTEINE.

Metasomatische Pneumatolyse.

Gesteine, die unter wesentlicher Beteiligung pneumatolytischer Prozesse gebildet sind, finden sich sowohl in der Grenzzone der Tiefengesteine, als auch in deren umgewandeltem Nebengestein.

Die endopneumatolytischen Erscheinungen der Tiefengesteine (Greisenbildung u. s. w.) sollen hier nicht näher beschrieben werden, einige Vorkommen sind im geologischen Teil erwähnt worden, auch im mineralogischen Teile komme ich mehrfach auf derartige Gesteine zurück.

Die exopneumatolytischen Erscheinungen sind im Kristianiagebiet sehr charakteristisch entwickelt.

Die pneumatolytische Kontaktmetamorphose von Tonschiefern äußert sich bekanntlich am häufigsten in der Bildung von Topasgesteinen oder Turmalinhornfelsen. Erstere fehlen dem Kristianiagebiet (soweit bis jetzt bekannt ist) vollständig, letztere finden sich nur ganz spärlich vor.

Pneumatolytisch metamorphosierte Kalksteine sind dagegen an hundert von Fundorten vorhanden.

Es ist gewiß kein Zufall, daß die pneumatolytische Kontaktmetamorphose besonders häufig bei Kalksteinen beobachtet wird, dazu ist die Erscheinung viel zu allgemein. An zahlreichen Aufschlüssen sieht man, daß Tonschiefer und Sandsteine die normale Metamorphose ohne Stoffzufuhr zeigen, während dicht daneben Kalksteine intensiv pneumatolytisch umgewandelt sind.

Diese Erscheinung kann natürlich nicht derart erklärt werden, daß gerade an den Stellen der Eruptivgrenze, welche zufälligerweise an Kalkstein grenzten, besonders reichliche Gasausströmung stattgefunden hat.

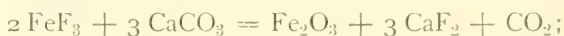
Wir kommen dagegen zu dem Schluß, daß das Vorhandensein pneumatolytischer Metamorphose auch von der Art des umgewandelten Gesteins abhängt.

Früher glaubte man, daß die leichte pneumatolytische Umwandlung des Kalksteins nur durch die leichte Löslichkeit des Gesteins bedingt sei.

Durch Lösung des Kalksteins sollte der Platz für pneumatolytische Neubildungen geschaffen werden.

Diese Theorie vermag aber nicht zu erklären, daß die pneumatolytische Metamorphose so eng an die Grenzen der Kalksteine gebunden ist; oft hat sie kaum Spuren im Nebengestein hinterlassen.

Es ist weit natürlicher, die pneumatolytische Umwandlung der Karbonatgesteine als einen Akt *metasomatischer Pneumatolyse* zu betrachten. Als metasomatische Pneumatolyse bei der Umwandlung der Kalksteine bezeichne ich den Vorgang, *daß bestimmte Stoffe aus den vorbeistreichenden magmatischen Gasen chemisch gebunden und auf diese Weise angereichert werden.* Ein typischer Fall wäre zum Beispiel gegeben, wenn magmatische Dämpfe, die ein wenig Eisenfluorid enthalten, durch eine Spalte des sedimentären Kontakthofs entweichen. Sobald die magmatischen Gase an einer Kalkschicht angelangt sind, treten Eisenfluorid und Kalkspat in Reaktion, etwa nach folgendem Schema:



weder Flußspat noch Eisenglanz sind flüchtig, daher wird der gesamte Gehalt der magmatischen Gase an Eisenfluorid im Kalkstein angesammelt werden. Auf diese Weise können beträchtliche Mengen von Eisenglanz und Flußspat gebildet werden, ohne daß die magmatischen Gase einen hohen Prozentgehalt an Eisenfluorid besessen haben, sobald nur dessen Gesamtmenge groß genug war. In einem Tonschieferhornfels wäre das Eisenfluorid nicht festgehalten worden, ein solcher würde daher auch keine pneumatolytische Metamorphose erkennen lassen.

Das Karbonatgestein wirkt also gewissermaßen wie ein *Absorptionsapparat* für gewisse Bestandteile unter den magmatischen Gasen¹.

Daß bei der Bildung von Kontaktlagerstätten in Kalksteinen *metasomatische* Prozesse in Betracht kommen, ist wohl zuerst von LOTTI für die Lagerstätten von Elba vermutet worden. Später haben hauptsächlich die amerikanischen Geologen, insbesondere KEMP, auf die metasomatische Umwandlung des Kalksteins in erzführende Silikatmassen hingewiesen (vergl. die Literaturangaben in dem Abschnitt über Skarngesteine in andern Gebieten).

¹ Ein Gegenstück zu dieser Anreicherung aus *sauren* Dämpfen durch *Kalkstein* dürfte die Anreicherung aus *alkalischen* Lösungen durch *Sandstein* bilden, wie sie bei vielen Zinnerlagerstätten wahrscheinlich stattgefunden hat. Alkalische Lösungen, welche Schwefelquecksilber enthielten, wurden durch das saure Gestein neutralisiert und dadurch gefällt.

Die Entstehung der Kontaktlagerstätten im Kristianiagebiet durch metasomatische Pneumatolyse muß als völlig sichergestellt¹ betrachtet werden.

Durch metasomatisch pneumatolytische Prozesse sind aber nicht nur Erzlagerstätten gebildet worden, sondern auch pneumatolytische Kontaktgesteine, deren ursprüngliches Substrat Kalkstein gewesen ist. Unter den metasomatisch umgewandelten Kalksteinen sind Kalkeisensilikatmassen, die Skarngesteine, am wichtigsten.

Skarngesteine.

Die weitaus häufigste pneumatolytische Metamorphose besteht in der Bildung von Kalkeisensilikaten aus Kalksteinen. Derartige Silikatgesteine sind an Eisenlagerstätten in vielen Gegenden seit langer Zeit bekannt und werden gewöhnlich mit dem schwedischen Bergmannsausdruck *Skarn* (Unrat) bezeichnet. Diese Skarngesteine dürften in den allermeisten, wenn nicht in allen, Fällen durch metasomatische Kontaktmetamorphose aus Kalkstein² entstanden sein; ich stehe sehr skeptisch gegenüber der Anschauung, daß die Granat- und Pyroxen-Skarne magmatische Differentiationsprodukte seien.

Es erscheint mir zweckmäßig, den Namen Skarn auf alle Kalkeisensilikatfelse auszudehnen, die durch Kontaktmetamorphose aus Kalkstein entstanden sind. Derartige Gesteine haben eine sehr große Verbreitung und müssen mit einem eigenen Namen belegt werden, ebensogut wie Tonschieferhornfelse u. s. w.

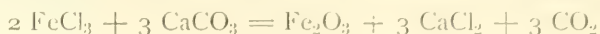
Daß die Andraditfelse und Hedenbergitfelse der Kontaktzonen im Kristianiagebiet auf Kosten von Kalkstein gebildet sind, ergibt sich mit Sicherheit aus ihrem geologischen Auftreten. Vielfach beobachtet man, daß Andraditfelse und Hedenbergitfelse mit dünnen Schichten von Mergelhornfels wechsellagern. Oft kann man Anfangsstadien dieser Umwandlung von Kalksteinen beobachten. Man sieht dann plattenförmige Massen von Andradit, die den Sprüngen im Kalkstein folgen. Diese Platten sind nicht völlig scharf gegen den Kalkstein abgegrenzt, sondern werden an beiden Seiten von Andraditnestern begleitet, die einen Uebergang zum reinen Marmor vermitteln (vergl. im geologischen Teil z. B., p. 42, 53, 74, 82, 84, 97, 99 und im mineralogischen Teil unter Andradit).

Die Skarnbildung aus Kalkstein findet unter Zufuhr von Kieselsäure und Eisen statt.

¹ Vergl. die Beschreibung der Kontaktlagerstätten im geologischen Teil, sowie im mineralogischen Teil die Abschnitte Flußspat, Zinkblende, Magnetit, Eisenglanz, Skapolith, Hedenbergit, Andradit.

² Magnesiahaltige Skarngesteine sind wohl aus Dolomit entstanden.

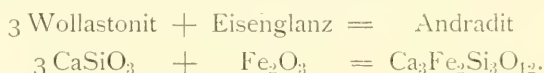
Die *Bindung* und *Anreicherung* des Eisens im Kalkstein dürfte in den weitaus meisten Fällen nach folgendem Schema vor sich gegangen sein:



Das Eisenchlorid (respective Fluorid, vergl. p. 212) ist dabei gewiß in Gasform zugeführt worden, da die Umwandlung vor der Erstarrung des betreffenden Tiefengesteins vor sich ging, und der Siedepunkt des Eisenchlorids jedenfalls unter dem Erstarrungsgebiet von Silikatmagmen liegt. Der Kalkstein sammelte auf diese Weise das Eisenchlorid an, welches in den magmatischen Gasen enthalten war.

Außer Eisen ist dem Kalkstein auch Silicium zugeführt worden, wahrscheinlich in Form von Siliciumhalogenid, das sich mit Kalkspat unter Bildung von Kieselsäure umgesetzt hat. In den späteren Stadien der Kontaktmetamorphose mag wohl auch Transport von Kieselsäure in wässerigen Lösungen eine Rolle gespielt haben.

Ist bei der Stoffzufuhr zu einem reinen Kalkstein das Mengenverhältnis $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$ größer als 3, so entsteht ein Andradit-Wollastonit-Gestein, eventuell mit einem Rest von Karbonat; ist das Mengenverhältnis kleiner als 3, so entsteht ein Andradit-Eisenglanz-Gestein, eventuell mit einem Rest von Karbonat, wie man aus folgender Reaktionsgleichung ersieht:



Unter den Skarngesteinen sind im Kristianianagebiet die Andraditfelse weitaus die wichtigsten, daneben kommen auch Hedenbergitfelse vor. Oefters findet man auch gemischte Hedenbergit-Andradit-Gesteine. Epidot beteiligt sich nicht selten an der Zusammensetzung der Hedenbergitskarne.

Näheres über die einzelnen Arten der Skarngesteine siehe unter Andradit, Hedenbergit und Epidot im mineralogischen Teil dieser Arbeit.

Außer Verbindungen von Eisen und Silicium wird den Kalksteinen bei der Umwandlung zu Skarn auch eine nicht unbedeutende Menge von Mangan zugeführt, welches größtenteils in die Kalkeisensilikate eingeht. Das Verhältnis zwischen Manganoxydul und Eisenoxyd in den gewöhnlichen Andraditen schwankt zwischen 1 : 70 und 1 : 20. Das ist ungefähr dasselbe Verhältnis, wie in den Eruptivmagmen. Die Hedenbergitskarne enthalten wahrscheinlich eine relativ viel größere Manganmenge. Der hohe Mangangehalt der Skarngesteine ist auffällig, wenn man ihn mit dem bekanntlich sehr niedrigen Mangangehalt der Kontakteisenerze vergleicht. Wahrscheinlich ist auf den Kontaktlagerstätten von Eisenerz fast alles Mangan in den Skarnsilikaten angereichert.

Ganz lokal kann die Manganmenge in den Kontaktmineralien recht hohe Werte annehmen (vergl. das Axinitvorkommen von Aarvold, das Helvinvorkommen von Hörtekollen, den Manganwollastonit von Gjellebæk und den Lievrit von Grua).

Eine solche starke Anreicherung von Mangan scheint vorzugsweise, wenn auch keineswegs ausschließlich, in kleinen Kalkschollen stattzufinden, die allseitig von Eruptivgestein umgeben sind.

Die metasomatische Anreicherung geschah etwa nach dem Schema:



Der Manganchloridgehalt einer großen Magmamenge könnte derart in einer relativ kleinen Kalkscholle angesammelt werden, wobei Mangansilikate und Chlorcalcium gebildet werden. Daß wirklich eine Anreicherung von *Chlorverbindungen* dabei stattgefunden hat, zeigt sich aufs deutlichste bei der Kalksilikatscholle des Axinitvorkommens von Aarvold, welche von einer Aureole aus *Skapolith* umgeben ist. Auf dem Helvinvorkommen von Hörtekollen haben offenbar *Fluorverbindungen* dieselbe Rolle gespielt. Hier ist *Flußspat* massenhaft vorhanden. Auch in der umgewandelten Scholle vom Grua-Tunnel (Uralitvorkommen) sind recht manganreiche Silikate gebildet worden. Die Kalkscholle im Nordmarkit von Skrukkelien enthält einen manganreichen Wollastonit.

Eine ganze analoge Anreicherung des Mangans in kleinen Kalkschollen hat in den Limuriten der Pyrenäen stattgefunden.

Eine Zufuhr von Tonerde in Skarngesteine äußert sich wesentlich in der Bildung folgender Mineralien: Albit, Skapolith und Epidot. Ob im Kristianiagebiet eine Bildung von Granat unter Zufuhr von Tonerde stattgefunden hat, halte ich für fraglich, es kämen nur ein paar kleine Kalksilikatschollen im Tal von Aarvold in Betracht.

Eine Zufuhr von Natron hat bei der Entstehung von Albit und Skapolith in den pneumatolytischen Kontaktzonen gewiß stattgefunden. Der Natrongehalt des Andradits ist ziemlich gering, etwa ein halbes Prozent. Ich halte es für wahrscheinlich, daß diese Natronmenge zugeführt worden ist. Manche Hedenbergite der Skarngesteine dürften ein wenig Aegirinsilikat enthalten (vergl. im min. Teil dieser Arbeit den Hedenbergit von Grua).

Die Zufuhr von Kali ist jedenfalls viel geringer gewesen, als die von Natron. Kalifeldspat von der Form des Adulars findet sich stellenweise auf Drusenräumen im Andraditskarn, der Kaligehalt des Andradits selbst ist verschwindend klein. Etwas zugeführtes Kali ist wohl in Form von Muskovit gebunden.

Eine Zufuhr von Magnesia habe ich bis jetzt nirgends mit Sicherheit nachweisen können, der geringe Magnesiagehalt der Skarnsilikate dürfte fast immer dem umgewandelten Sediment entstammen.

Stellenweise kommen in unsern Kontaktzonen Berylliumminerale vor. In größerer Menge ist dieses Element nur an zwei Stellen angereichert, dem Beryllvorkommen von Minne am Mjösen und dem Helvinvorkommen von Hörtekollen. Das Beryllvorkommen von Minne gehört der endomorphen Kontaktzone an, der Beryll findet sich in einem Pegmatitgang, der in cambrische Alaunschiefer injiziert ist. Das Helvinvorkommen von Hörtekollen gehört dagegen zu den typischen Kontaktlagerstätten, der Helvin kommt zusammen mit Magnetit und Flußspat in einer kleinen Silurscholle vor. Seine Menge ist gar nicht unbedeutend. Außerdem findet sich Helvin in einzelnen Kristallen an mehreren andern Stellen auf Kontaktlagerstätten (Glomsrudkollen, Kjenner, Rien, Isi).

Andere Metalle, als die oben angeführten, beteiligen sich höchstens in Spuren an der Zusammensetzung der *primären* Skarnsilikate. Das ist recht auffällig, wenn man die beträchtlichen Mengen von Zink, Kupfer und Blei bedenkt, die bei der pneumatolytischen Kontaktmetamorphose zugeführt worden sind. Speziell von Zink sollte man erwarten, daß es hier und da in größerer Menge in die Skarnsilikate eingeht. Ich untersuchte eine Anzahl von Andraditen auf Zinkgehalt, ebenso den Hedenbergit von Nysæter. Zink kann aber höchstens in Spuren vorhanden sein.

Die beiden wichtigsten Skarngesteine, der Andraditskarn (Eisenoxydskarn) und der Hedenbergitskarn (Eisenoxydulskarn) kommen als Gesteine in ganz bedeutenden Massen vor. Die größten Andraditmassen im Kristianagebiet können Durchmesser von einem Kilometer erreichen, die größte mir bekannte Masse von Hedenbergitskarn ist die von Nysæter bei Grua, die als Hauptgestein in einer 300 m. langen Scholle auftritt.

Bei der Untersuchung von Dünnschliffen muß man sich davor hüten, die Skarngesteine etwa mit gewöhnlichen kontaktmetamorphen Mergeln zu verwechseln. Der Andradit läßt sich im Dünnschliff absolut nicht von Grossular unterscheiden, auch makroskopisch sind beide oft gleich hell gefärbt. Der Hedenbergit kann auf den ersten Blick sehr leicht mit Diopsid verwechselt werden, bei genauer Untersuchung erkennt man ihn an der etwas schwächeren Doppelbrechung, oder noch sicherer an dem größeren Auslöschungswinkel $c : \gamma$.

Ein Hornfels der Klasse 9 (Grossular-Diopsid-Hornfels) und ein Andradit-Hedenbergit-Skarn sind somit nicht ganz leicht zu unterscheiden.

In zweifelhaften Fällen sollte man stets eine quantitative Eisenbestimmung ausführen, die den Skarn sofort als solchen erkennen läßt. Bei reinen Granatfelsen führt auch eine Bestimmung der Dichte zu einem sichern Resultat.

Anreicherung von Borsäure in Kontaktgesteinen.

Kontaktgesteine mit hohem Gehalt an Borsäure spielen eine ganz geringe Rolle im Kristianiagebiet. Turmalin kommt an ziemlich vielen Stellen vor (vergl. im min. Teil dieser Arbeit), seine Menge ist aber durchwegs unbedeutend. Nur in manchen Tonschieferhornfelsen des Kontaktgebiets westlich vom See Ekern kann man ihn als wesentlichen Gesteinsgemengteil bezeichnen, wenn auch seine Menge keineswegs sehr groß ist.

Eine geringe Menge von Borsäure dürfte in den Vesuvianen des Kristianiagebiets vorkommen.

Das einzige Bormineral, das sich stellenweise in größerer Menge findet, ist der Axinit. Zwei seiner Vorkommen sind ganz unbedeutend, nämlich das von Aaserud südwestlich von Drammen und das westliche Vorkommen im Tal von Aarvold. Dagegen ist die Menge des Axinit in dem Vorkommen an der Ostseite des Aarvoldstals nicht ganz gering. Der Axinit findet sich in der Grenzzone des Syenits, wo er Pseudomorphosen nach dem Mikroperthit des Gesteins bildet, sowie in der eingeschlossenen Kalksilikatscholle. In der Kalkscholle tritt er hauptsächlich als Bindemittel von Granatfels auf, derart, daß scharfe Granatkrystalle in einer gelben oder grünen Grundmasse von Axinit liegen. Der Borgehalt des Axinit ist wahrscheinlich in Form von Borchlorid, respektive Borfluorid, zugeführt worden, wobei durch metasomatische Umlagerung mit dem Kalkstein Borsäure entstanden ist.

In andern Kontaktgebieten sind Anreicherungen von Borsäure stellenweise in viel größerem Maßstab vorhanden als im Kristianiagebiet. Ich brauche nur an die Limurite der Pyräeen zu erinnern.

Eine Zusammenstellung der bisher bekannten Axinitvorkommen ist vor kurzem von TH. v. HOERNER gegeben worden (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 62, 1910, p. 1). Nach diesem handelt es sich in der Mehrzahl der Fälle um Kontaktbildungen an Granit oder Syenit.

Gesteine der Erzlagerstätten in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets.

Die Erzanreicherung in den Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets ist durch ganz ähnliche metasomatisch-pneumatolytische¹ Prozesse vor sich gegangen, wie die Bildung der Skarngesteine.

¹ Die kontakt-metasomatische Natur der Erzlagerstätten und der Skarngesteine wurde für das Kristianiagebiet zuerst vom Verf. erwiesen (Vortrag in „Norsk geologisk Forening“, 8. X, 1910).

Gewöhnlich treten daher die Skarngesteine und die Erze in enger räumlicher Verknüpfung auf; beide sind durch dieselben Faktoren bedingt, erstens ein pneumatolytisch wirksames Tiefengestein, zweitens ein Karbonatgestein, das einzelne Bestandteile der magmatischen Gase absorbieren und dadurch anreichern konnte.

Das charakteristische Gestein der Kontaktlagerstätten sind erzführende Skarne. Die auftretenden Erze sind Magnetit, Eisenglanz, Magnetkies, Schwefelkies, Zinkblende, Kupferkies, Bleiglanz, Wismutglanz, Molybdänglanz und einige andere, weniger wichtige.

Gewöhnlich sind die Erze den Skarnen (Andraditfels oder Hedenbergitfels) in Streifen parallel der Schichtung eingelagert. Das Altersverhältnis zu den Kalkeisensilikaten läßt sich für die meisten Erze leicht feststellen.

Eisenglanz, Wismutglanz und Molybdänglanz sind in der Regel älter als die Silikate; Magnetit ist teils älter als die Skarnsilikate, teils jünger, ebenso sulfidische Eisenerze.

Dagegen sind Zinkblende, Bleiglanz und Kupferkies in allen von mir untersuchten Fällen jünger als die Silikate.

Die Struktur der erzführenden Skarne ist eine sehr charakteristische. Als Beispiel möge ein Zinkblende-Andradit-Skarn beschrieben werden, wie er auf den Zinklagerstätten des Kristianiagebiets gewöhnlich ist.

Die Hauptmasse des Gesteins wird von scharf begrenzten Granatkrystallen gebildet, die Zwischenräume zwischen den Andraditen sind mit Zinkblende erfüllt. Neben der Zinkblende findet man sehr häufig große Mengen von Flußspat. Nimmt die Menge von Zinkblende und Flußspat ab, so kommt man durch alle Uebergänge zu einem Andraditskarn mit Resten des primären Kalkspats. Falls Eisenglanz auftritt, setzen seine Tafeln durch die Granatkrystalle hindurch.

Nicht selten enthalten die Zwischenräume zwischen den Granatkrystallen neben Erzen und Flußspat recht viel Albit (mit der Zwillingsbildung des Schachbrett-Albits). Dieser Albit kommt übrigens auch in erzfreien Skarnen vor, wenngleich er dort seltener ist.

Die erzführenden Hedenbergitskarne führen oft als Nebengemengteil einen eisenreichen Epidot.

Daß die Erze erst während der Kontaktmetamorphose zugeführt sind, daß es sich also nicht um kontaktmetamorphe ältere Lagerstätten handelt, ist für das Kristianiagebiet längst erwiesen, vergl. z. B. die Arbeiten von KEILHAU, KJERULF und VOGT (siehe p. 5—10). Die Prozesse der Stoffzufuhr sind im mineralogischen Teil ausführlich diskutiert (siehe Eisenglanz, Magnetit, Zinkblende).

Unter den zugeführten Schwermetallen ist Eisen der Menge nach bei weitem überwiegend. Der größte Teil des Eisens ist aber nicht in Form von Erzen gebunden worden, sondern bildet Skarnsilikate.

Gleich nach dem Eisen dürfte, der Menge nach, Zink kommen. An dritter Stelle ist entweder Kupfer oder Blei einzureihen, ich möchte wohl glauben, daß die gesamte Kupfermenge, welche den Kontaktzonen im Kristianiagebiet zugeführt worden ist, größer ist, als die Menge des Bleis.

Nach Kupfer und Blei dürfte das Mangan folgen, das größtenteils in den Kalkeisensilikaten der Skarngesteine gebunden ist (die Menge der speziellen Manganminerale kommt dagegen gar nicht in Betracht). Auch für die andern Schwermetalle läßt sich schätzungsweise eine Reihenfolge aufstellen.

Unter den Metalloiden und deren Oxyden, die in den Kontaktzonen angereichert sind, sind Kieselsäure, Fluor, Chlor und Schwefel die wichtigsten.

In den folgenden Tabellen habe ich versucht, die gegenseitigen Mengenverhältnisse der zugeführten Substanzen festzustellen. Als Grundlage diene das Mengenverhältnis der betreffenden Mineralien, wie wir es heute in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets finden. Die Zusammenstellung zeigt also eigentlich nur das Mengenverhältnis der *in schwerlöslicher Form gebundenen* Stoffe, nicht aber das *ursprüngliche Mengenverhältnis aller* zugeführten Stoffe. Bei einer solchen Grundlage kommt Chlor erst hinter Schwefel zu stehn, obgleich die zugeführte Chlormenge wahrscheinlich größer gewesen ist, als die Schwefelmenge. Es ist gewiß nur ein Bruchteil der gesamten zugeführten Chlormenge im Skapolith gebunden worden.

Substanzen, welche bei der metasomatisch-pneumatolytischen Kontaktmetamorphose in Kalksteinen angereichert worden sind.

| <i>Metalle</i> | <i>Wichtigstes Mineral</i> |
|--------------------|---|
| 1. <i>Eisen</i> | Andradit, oxydische Eisenerze, Hedenbergit, sulfidische Eisenerze |
| 2. <i>Zink</i> | Zinkblende |
| 3. <i>Kupfer</i> | Kupferkies |
| 4. <i>Blei</i> | Bleiglanz |
| 5. <i>Mangan</i> | Andradit, Hedenbergit |
| 6. <i>Wismut</i> | Wismutglanz |
| 7. <i>Silber</i> | Bleiglanz, Zinkblende |
| 8. <i>Molybdän</i> | Molybdänglanz |
| 9. <i>Kobalt</i> | Kobaltglanz, Arsenkies |

| | |
|----------------------|---|
| 10. <i>Antimon</i> | Wismutglanz und andere sulfidische Erze |
| 11. <i>Beryllium</i> | Helvin |
| 12. <i>Cer</i> | Orthit. |

Dazu kommen dann noch die seltneren Begleiter des Zinks, wie Cadmium, Indium, Thallium, über deren Menge keine Angaben vorliegen.

Ueber die Größenordnung der Zufuhr von Natron, Kali und Tonerde (Feldspate und Skapolith) läßt sich schwer etwas Quantitatives sagen.

Metalloide und deren Oxyde

Wichtigstes Mineral

| | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 1. <i>Kieselsäure</i> | Silikate der Skarngesteine, Quarz |
| 2. <i>Fluor</i> | Flußspat |
| 3. <i>Schwefel</i> | Sulfidische Erze |
| 4. <i>Chlor</i> | Skapolith |
| 5. <i>Arsen</i> | Sulfidische Erze |
| 6. <i>Borsäure</i> | Turmalin, Axinit |
| 7. <i>Titansäure</i> | Titanit |
| 8. <i>Phosphorsäure</i> | Apatit. |

Ueber die allgemeine Verbreitung der Skarngesteine auf Kontakterzlagerstätten.

Im Folgenden möchte ich an einigen wenigen Beispielen die allgemeine Verbreitung von Skarngesteinen dartun. Es würde zu weit führen, eine auch nur einigermaßen vollständige Aufzählung zu bringen.

Die Zusammensetzung genügt aber meines Erachtens, um zu zeigen, daß die Skarne den häufigsten Fall pneumatolytischer Kontaktmetamorphose darstellen.

Soweit ich aus der vorliegenden Literatur ersehen kann, besteht in mineralogischer Beziehung eine große Analogie zwischen den einzelnen Kontaktvorkommen. Die Analogie äußert sich sowohl in den Erzen, wie auch in den begleitenden Mineralien. Auch in geologischer Beziehung sind die Vorkommen sehr eintönig, es handelt sich stets um die beiden Typen, die ich im Kristianiagebiet unterscheiden lernte¹: 1. Diffuse Imprägnation längs der unmittelbaren Grenze; 2. Lagerstätten an Spalten, die im umgewandelten Gestein aufsetzen.

Am meisten charakteristisch für die Kontaktlagerstätten in allen Gebieten, soweit sie im Kalkstein liegen (was fast immer der Fall ist), sind die Skarngesteine, eisenreiche Silikatgesteine, die durch metasomatische Umwandlung von Kalkstein entstanden sind. Man kann überall zwei Haupttypen

¹ Vergl. im geol. Teil p. 77.

von Skarn unterscheiden, den Andraditskarn und den Hedenbergitskarn, die übrigens oft zusammen vorkommen; seltene Skarngesteine sind Epidotskarn¹ und Lievritskarn.

Die Skarngesteine sind nach meiner Meinung so sichere Kennzeichen der Kontaktlagerstätten, daß man an ihnen in zweifelhaften Fällen die Genesis der Lagerstätte erkennen kann. Der einzige Fall, bei dem Skarngesteine auf andern Wege entstehen können, ist spätere Kontaktmetamorphose einer gewöhnlichen metasomatischen Lagerstätte, welche reich an Eisen ist.

J. F. KEMP war wohl der Erste, der auf die große Verbreitung des Andradits hingewiesen hat (*Economic Geology* II, 1907). Früher hielt man die Granatfelse der Kontaktlagerstätten meist für umgewandelte Mergel, KEMP zeigte, daß eine Zufuhr von Eisen und Kieselsäure oft in großem Maßstab stattgefunden hat. Schon früher hatte LOTTI die kontaktmetasomatische Natur der eisenreichen Skarne von Elba erkannt.

Eine wertvolle Zusammenstellung der bekannten Kontaktlagerstätten findet sich in »Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine« von BEYSLAG, KRUSCH und VOGT, hier ist auch die wichtigste Literatur übersichtlich zusammengestellt.

Die Eisenlagerstätten von Elba.

Die Lagerstätten von Elba sind typische kontaktmetasomatische Lagerstätten. Es sei auf G. v. RATHS Beschreibung hingewiesen (*Zeitschr. d. d. geol. Ges.* 22, 1870) sowie auf zahlreiche neuere Arbeiten von B. LOTTI (letztere waren mir größtenteils nur im Auszug zugänglich).

In vieler Beziehung erinnern die Lagerstätten von Elba an diejenigen des Kristianiagebiets. Die metasomatische Umwandlung des Kalksteins in eisenreiche Skarngesteine geht aus allen Beschreibungen hervor. Es sei hier auf einige Granatanalysen hingewiesen, welche die große Verbreitung des Andradits dartun. Die Analysen sind von STAGI ausgeführt (siehe D'ACHIARDI, *Boll. R. Com. geol. d'Ital.* 1871, p. 166).

| <i>Fundort:</i> | <i>Calamita</i> | <i>San Piero</i> | <i>San Piero</i> | <i>Punto di Fetavaja</i> |
|------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------------|
| SiO ₂ . . | 37,3 | 39,7 | 44,5 | 37,7 |
| Al ₂ O ₃ . . | 3,8 | 13,1 | 10,2 | 5,8 |
| Fe ₂ O ₃ . . | 31,3 | 17,2 | 18,2 | 29,2 |
| CaO . . | 26,8 | 30,3 | 27,0 | 28,1 |
| MgO . . | — | Spur | — | — |
| | 99,2 | 100,3 | 99,9 | 100,8 |

¹ Dessen Entstehungsbedingungen noch nicht ganz aufgeklärt sind.

Von Elba kennt man in recht großem Maßstab die Umwandlung des Eisenglanzes zu Magnetit (G. v. RATH, l. c.). Dieselbe Umwandlung ist aus dem Kristianiagebiet bekannt (vergl. Eisenglanz im min. Teil).

Charakteristisch für die Skarne von Elba ist das Kalkeisensilikat Lievrit. Auch in den Kontaktzonen anderer Gebiete ist Lievrit gefunden worden, so auch im Kristianiagebiet (Skjærpemyr bei Grua).

Die Kontaktlagerstätten von Campiglia Marittima in Toscana.

Die Vorkommen sind mehrfach beschrieben worden. Folgende Abhandlungen dürften die wichtigsten sein: G. v. RATH (Zeitschr. d. d. geol. Ges.), B. LOTTI (Boll. R. Comit. geol. 1900, No. 4¹), A. BERGEAT (N. Jahrb. f. Min., 1901, I, p. 135).

Die metasomatische Natur der Lagerstätten geht aus den Beschreibungen ganz unzweideutig hervor, die Lagerstätten sind längst als kontaktmetasomatisch erkannt. Durch den Gehalt an Zinnstein unterscheiden sich die Vorkommen von den gewöhnlichen Kontaktlagerstätten, schon G. v. RATH vergleicht sie mit Breitenbrunn und Schwarzenberg in Sachsen, Kupferberg in Schlesien, Pitkäranta² in Finnland. Auch in Campiglia Marittima werden die Erze im Kalkstein von Skarngesteinen begleitet, vergl. folgende Analysen:

I. Granat, Sorano (STAGI bei D'ACHIARDI, Boll. R. Com. geol. d'Ital. 1871, p. 166).

II. Mangan-Hedenbergit, Campiglia (G. v. RATH, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 20 (1868), p. 335).

| | I | II |
|--------------------------------------|-------|-------|
| SiO ₂ . . . | 38,9 | 49,06 |
| Al ₂ O ₃ . . . | 12,1 | 0,19 |
| Fe ₂ O ₃ . . . | 19,8 | — |
| FeO . . . | — | 26,23 |
| MnO . . . | — | 6,04 |
| CaO . . . | 27,7 | 11,36 |
| MgO . . . | 1,6 | 3,42 |
| H ₂ O . . . | — | 0,38 |
| | 100,1 | 99,68 |

¹ Mir nur im Auszug zugänglich.

² Die Lagerstätten vom Typus Pitkäranta haben das Vorkommen von Helvin mit denen des Kristianiagebiets gemeinsam. Auch die Skarngesteine kommen auf allen diesen Lagerstätten vor.

Von besonderem Interesse bei einem Vergleich mit dem Kristiania-gebiet ist der nicht unbedeutende Wismutgehalt der Erze. BERGEAT (l. c.) gibt für das Kupfererz von Boccheggiano 0,35 % Bi an (nach Angabe von MARENGO). Auch in den sulfidischen Kontaktlagerstätten des Kristiania-gebiets spielt Wismut eine bedeutende Rolle, lokal ist es sogar das herrschende Metall.

Die Lagerstätten von Campiglia sind, wie oben erwähnt, von typischen Eisenskarngesteinen begleitet. Der Mangangehalt des Skarns ist oft bedeutend, wofür wir auch im Kristianiagebiet Analogien haben. Das Mangankalksilikat Bustamit kommt in dem Skarn von Campiglia vor, vergl. die manganreichen Silikate auf den Kontaktlagerstätten des Kristiania-gebiets. Sehr bemerkenswert ist ferner das Vorkommen von Flußspat in den Erzmassen (BERGEAT, l. c., p. 138), ganz analog dem Vorkommen des Flußspats mit den Erzen des Kristiania-gebiets.

Die Kontaktlagerstätten im Banat.

Es würde zu weit führen, die gesamte Literatur über diese Lagerstätten aufzuführen. Hier sei nur auf das Vorkommen von Hedenbergit und Andradit hingewiesen, den beiden *Leitmineralien* der Kontaktlagerstätten. Ich möchte auf folgende Analysen aufmerksam machen.

- I. Andradit, Dognaczka (SEEBACH, Dissertation, Heidelberg, 1906).
- II. Andradit, Vaskö¹ (BENDER und HOBEIN bei E. BERGEAT, N. Jahrb. f. Min., Bd. 30, 1910, p. 549).
- III. Manganhedenbergit, Dognaczka (HIDDEN, Zeitschr. f. Kryst., 8, 1884, p. 533, Ref.).
- IV. Manganhedenbergit, Dognaczka (LOCZKA, Zeitschr. f. Kryst. 11, 1886, p. 262, Ref.).

| | I | II | III | IV |
|--------------------------------------|--------|-------|--------|--------|
| SiO ₂ . . . | 36,74 | 34,22 | 49,00 | 48,28 |
| Al ₂ O ₃ . . . | 1,51 | 6,55 | 0,91 | 0,68 |
| Fe ₂ O ₃ . . . | 29,19 | 21,54 | 2,85 | 3,23 |
| FeO . . . | 0,69 | — | 17,24 | 15,88 |
| MnO . . . | 0,29 | Spur | 8,52 | 7,94 |
| MgO . . . | 0,69 | 1,10 | 1,34 | 2,22 |
| CaO . . . | 31,41 | 35,52 | 21,30 | 22,16 |
| K ₂ O . . . | — | — | — | 0,10 |
| Glühverlust . | — | 0,80 | — | — |
| | 100,52 | 99,73 | 101,16 | 100,71 |

¹ Vaskö = Moravieza.

Die Kupferlagerstätten im Clifton-Morenci Distrikt, Arizona.

Ueber diese, in technischer Beziehung ungemein wichtigen, Lagerstätten besitzen wir die ausgezeichnete Monographie von W. LINDGREN (U. S. geol. Survey, Professional Paper 43, 1905).

Für den Vergleich mit dem Kristianiagebiet ist besonders die intensive Andraditisierung des Kalksteins von Interesse. Zwei Analysen (HILLEBRAND) gaben:

| | | |
|---|-------|--------|
| SiO ₂ . . . | 42,63 | 36,26 |
| Al ₂ O ₃ . . . | 1,53 | 0,78 |
| Fe ₂ O ₃ . . . | 31,41 | 32,43 |
| FeO . . . | 0,30 | 0,32 |
| MnO . . . | 0,43 | 0,27 |
| CaO . . . | 23,37 | 29,67 |
| unter 105 ⁰ H ₂ O . . . | | 0,13 |
| über 105 ⁰ H ₂ O . . . | | 0,44 |
| P ₂ O ₅ . . . | Spur | 0,06 |
| | 99,67 | 100,36 |

Beide Gesteine sind Andraditfels, das Material der ersten Analyse enthielt noch Quarz und Eisenglanz (Produkte beginnender Zersetzung).

Unter den Silikatgesteinen dieser Vorkommen finden sich Diopsidreiche Gesteine, entsprechend dem hohen Magnesiagehalt in manchen der unveränderten Karbonatgesteine.

LINDGREN hebt die reichliche Gegenwart von Chlornatrium in den Flüssigkeitseinschlüssen der Porphyrquarze hervor, die Erzzufuhr mag wohl hauptsächlich mit Chlorpneumatolyse verknüpft gewesen sein.

Die Kontaktlagerstätten von Concepción del Oro im Staate Zacatecas (Mexico).

Diese Lagerstätten, hauptsächlich von Kupferkies, sind kürzlich eingehend von A. BERGEAT beschrieben worden (N. Jahrb. Min. Beilage-Bd. 28, 1909, p. 421—573).

Die metasomatische Natur der Lagerstätten ist nach BERGEAT'S Angaben ganz unzweifelhaft. Die Skarngesteine, welche er beschreibt, gehören größtenteils zum Andraditskarn.

Die Andradit- und Wollastonitbildung längs Spalten im Kalkstein nahe der Grenze entspricht vollkommen den Verhältnissen im Kristianiagebiet.

Sehr berechtigt erscheint mir BERGEATS Polemik gegen die Versuche, die Erscheinungen der magmatischen Differentiation auf Einschmelzungen zurückführen. Er bemerkt, daß dort, wo eine Kalkaufnahme stattgefunden hat, im Eruptivgestein *Kontakt*mineralien auskrystallisiert sind (l. c. p. 561).

Im folgenden sei die Analyse des Andraditskarns von El Carmen wiedergegeben (DITTRICH):

| | | |
|--------------------------------|-----------|-------------|
| SiO ₂ | | 34,85 |
| Al ₂ O ₃ | | 2,19 |
| Fe ₂ O ₃ | | 29,03 |
| FeO | | 0,19 |
| MnO | | 0,35 |
| MgO | | 0,12 |
| CaO | | 32,90 |
| Alkalien | | Spur |
| unter 110° H ₂ O | | 0,07 |
| über 110° H ₂ O | | 0,09 |
| | | <hr/> 99,79 |

Die Analyse entspricht ganz den Andraditen des Kristianiagebiets.

Kontaktlagerstätten von Japan.

Nach der Beschreibung durch NOBUYO FUKUCHI (Beiträge zur Mineralogie von Japan, Dezember 1907, No. 3, p. 75—110) zeigen die Kontaktlagerstätten von Japan sehr viel Ähnlichkeit mit denen des Kristianiagebiets.

Auch hier sind die Lagerstätten an kontaktmetamorphe Kalksteine gebunden, auch hier werden die Erze von den beiden Leitmineralien Andradit und Hedenbergit begleitet. Es sei auf folgende Analysen der Skarnsilikate verwiesen:

- I. Granat, Kamaishi (siehe NOBUYO FUKUCHI l. c.).
- II. —»— Shimohogi (siehe T. WADA, Minerals of Japan, p. 111).
- III. Hedenbergit, Sasagatani (siehe NOBUYO FUKUCHI, l. c.).
- IV. —»— , Yanagigaura (— — — —).
- V. —»— , Obira (— — — —).
- VI. —»— , — (— — — —).

| | I | II | III | IV | V | VI |
|--------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| SiO ₂ | 34,38 | 35,70 | 48,40 | 47,50 | 49,56 | 47,13 |
| Al ₂ O ₃ | 6,36 | 3,45 | 3,66 | 5,03 | 1,14 | — |
| Fe ₂ O ₃ | 19,99 | 26,09 | — | — | — | — |
| FeO | 6,24 | — | 20,81 | 23,29 | 23,76 | 24,46 |
| MnO | 0,60 | 0,22 | 4,65 | 2,60 | 1,48 | 0,73 |
| MgO | 0,07 | 1,43 | 1,20 | 0,49 | 1,64 | 2,40 |
| CaO | 31,43 | 31,20 | 22,20 | 20,17 | 22,13 | 23,23 |
| Na ₂ O | — | 0,18 | — | — | } 0,45 | 0,98 |
| K ₂ O | — | 0,22 | — | — | | 0,13 |
| P ₂ O ₅ | 0,005 | — | — | — | — | — |
| Glühverl. | 0,61 | 1,65 | — | — | — | 1,08 |
| | 99,685 | 100,14 | 100,92 | 99,08 | 100,16 | 100,14 |

Das Vorkommen von Lievrit und Axinit erinnert ebenfalls an die Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets; das heißt, es zeigt die große Ähnlichkeit der meisten Kontaktlagerstätten untereinander.

Auch die Erze selbst zeigen in ihrer Paragenesis unverkennbare Analogie mit denen des Kristianiagebiets.

MINERALOGISCHER TEIL.

Im folgendem gebe ich eine Beschreibung der Kontaktmineralien, die bis jetzt im Kristianiagebiet nachgewiesen sind. Zum großen Teil handelt es sich um Mineralien aus neuen Vorkommen, die ich selbst aufgefunden habe, zum Teil ist es bis jetzt nicht untersuchtes Material aus der Sammlung des mineralogischen Instituts der Universität Kristiania. Dem Leiter des Instituts, Herrn Prof. Dr. W. C. BRÖGGER, bin ich für die Erlaubnis, letzteres Material zu bearbeiten, zu großem Dank verpflichtet.

In genetischer Beziehung können wir die Kontaktmineralien des Kristianiagebiets in zwei große Gruppen einteilen, solche, die ohne Stoffzufuhr aus Material der umgewandelten Gesteine gebildet sind, und solche, die unter wesentlicher Beteiligung von zugeführten Stoffen entstanden sind. Erstere sind für normale Kontaktgesteine charakteristisch, letztere für pneumatolytische. Nicht ganz wenige Mineralien sind beiden Gruppen gemeinsam.

Eine solche Einteilung ist in der folgenden Tabelle durchgeführt, dieselbe umfaßt nur die primären Kontaktmineralien, nicht aber solche Mineralien, die erst durch rezente Umwandlungen gebildet sind, ebenso sind die Zeolithe weggelassen. Diejenigen pneumatolytischen Kontaktmineralien, die bis jetzt nur in der endomorphen Kontaktzone nachgewiesen sind, habe ich mit (en) bezeichnet.

Mineralien, deren Vorkommen in unsern Kontaktzonen nicht ganz sichergestellt ist, sind mit (?) bezeichnet.

Die unter I aufgezählten Kontaktmineralien entsprechen der normalen Kontaktmetamorphose, die unter II aufgezählten der pneumatolytischen.

| I | II |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Graphit | Flußspat |
| | Antimonglanz (?) |
| | Wismutglanz |
| | Bleiglanz |
| | Silberglanz (?) |
| | Kupferglanz |
| | Zinkblende |
| Magnetkies | Magnetkies |
| | Molybdänglanz |
| Schwefelkies | Schwefelkies |
| | Kobaltglanz |
| | Arsenkies |
| | Kupferkies |
| | Buntkupfererz |
| | Fahlerz (?) |
| | Rotzinkerz (?) |
| Eisenglanz (?) | Eisenglanz |
| Titaneisen | Titaneisen (?) |
| Magnetit | Magnetit |
| Quarz | Quarz |
| Rutil | Rutil |
| | Zinnstein (?) (en) |
| Zirkon | Zirkon (en) |
| | Goethit ¹ |
| Kalkspat | |
| Dolomit | |
| Orthoklas | Orthoklas |
| | Mikroklin (en) |
| Albit | Albit |
| Anorthit | |
| | Skapolith |
| Rhombischer Pyroxen (Hypersthen) | |
| Wollastonit | Wollastonit (oft manganhaltig) |
| Diopsidischer Pyroxen | Hedenbergit |
| Monokliner Amphibol | Monokliner Amphibol (eisenreich) |
| | Beryll (en) |

¹ Nur ein einziges sicher primäres Vorkommen, die übrigen sekundär entstanden.

| I | II |
|--------------------|--|
| Cordierit | |
| Granat (Grossular) | Granat (Andradit, seltener manganhaltiger Grossular) |
| Prehnit | Prehnit (?) Willemit Helvin Lievrit |
| Kaliglimmer | Kaliglimmer |
| Magnesiaglimmer | Magnesiaglimmer |
| Chlorit | Chlorit Kaolin ¹ |
| Epidot | Epidot Epidot-Orthit Orthit |
| Vesuvian | |
| Turmalin | Turmalin Axinit |
| Andalusit | |
| | Topas (en) |
| Titanit | Titanit |
| Apatit | Apatit. |

Für die Entstehung der pneumatolytischen Mineralien sind natürlich die magmatischen Dämpfe notwendig gewesen. Es mag daher von Interesse sein, diejenigen Drusenmineralien unserer Eruptive aufzuzählen, die sich auch als pneumatolytische Kontaktmineralien vorfinden. Es sind dies:

Flußspat
Bleiglanz
Zinkblende
Molybdänglanz
Schwefelkies
Kupferkies
Eisenglanz
Magnetit
Quarz
Zirkon
Feldspate
Eisenreiche diopsidische Pyroxene

¹ Ohne Stoffzufuhr durch pneumatolytische Kontaktmetamorphose entstanden.

Amphibole
 Epidot
 Orthit
 Muskovit
 Biotit
 Chlorite
 Turmalin
 Titanit
 Apatit.

In den Kontaktzonen des Kristianiagebiets sind bis jetzt folgende Zeolithe nachgewiesen:

Apophyllit
 Heulandit
 Desmin
 Harmotom
 Analcim
 Laumontit
 Natrolith.

Diese Zeolithe dürften größtenteils unter Stoffzufuhr gebildet sein, insbesondere kommen hier postmagmatische Thermalprozesse in Betracht. Auf Kosten von Kontaktmineralien sind wohl nur Apophyllit, sowie ein Teil des Heulandits und Desmins entstanden. Für Apophyllit ist besonders die Entstehung aus Wollastonit charakteristisch (Vorkommen von Sata).

Als sekundäre Kontaktmineralien (bei zweimaliger Metamorphose gebildet) kommen noch folgende vor, die oben nicht aufgezählt sind:

Wismut (entstanden aus Wismutglanz)
 Kieselzinkerz (entstanden aus Zinkblende).

Endlich findet sich auf unsern Kontaktlagerstätten noch eine Reihe von Mineralien, die *nur* als relativ rezente Sekundärbildungen auftreten, dies sind:

Sekundäres Mineral

Kupfer
 Greenockit
 Wismutocker
 Brauneisen
 Braunstein
 Aragonit

Primäres Mineral

Kupfererze
 Zinkblende
 Wismutglanz
 Eisenerze
 Manganhaltige Silikate und Erze
 Kalkspat

| | |
|--------------|------------------------|
| Zinkspat | Zinkblende |
| Cerussit | Bleiglanz |
| Malachit | Kupfererze |
| Kupferlasur | Kupfererze |
| Messingblüte | Kupfererze, Zinkblende |
| Inesit (?) | Manganhaltige Silikate |
| Talk | Rhombischer Pyroxen |
| Serpentin | Diopsid |
| Wulfenit | Bleiglanz |
| Gips | Sulfide, Kalkspat |
| Zinksulfat | Zinkblende |
| Kobaltblüte | Kobaltglanz. |

Ich will keineswegs behaupten, daß die hier aufgezählten Mineralien die einzigen sind, die in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets auftreten. Bei weiteren Untersuchungen wird sich gewiß noch manches interessante Vorkommen nachweisen lassen.

Die Reihenfolge, in der ich die Mineralien beschreiben werde, ist dieselbe, welche in MAX BAUERS Lehrbuch der Mineralogie (zweite Aufl.) angewandt ist.

Graphit.

Die bituminösen Substanzen der Alaunschiefer geben bei der Kontaktmetamorphose Anlaß zur Bildung von Graphit. In Dünnschliffen der kontaktmetamorphen Alaunschiefer kann man ihn in kleinen, ganz opaken, Körnern wahrnehmen. Seine Menge in den normalen Kontaktgesteinen dürfte in der Regel nur wenige Prozente betragen (ca. 1,5 % in dem Hornfels der Klasse I von Gunildrud, vergl. p. 148).

An manchen Stellen ist er in größerer Menge angereichert, schon BRÖGGER (»Die sil. Et. 2 u. 3« p. 346) beschrieb Schichten von Graphitschiefer aus dem Alaunschiefer von Gunildrud.

Besonders viel Graphit findet sich in gewissen umgewandelten Kalkellipsoiden der Alaunschiefer (vergl. p. 45 und 61).

In dem Grossular-Graphit-Gestein des Elsjöfeldes von Hakedal bestimmte Prof. DITTRICH die Menge des Kohlenstoffs zu 17,8 % (vergl. p. 46). Im Dünnschliff bieten diese Grossular-Graphitmassen ein sehr charakteristisches Bild. Scharfkantige farblose Granatkrystalle liegen in einer opaken Graphitgrundmasse. Der Kern der Granatkrystalle ist durchwegs frei von Graphiteinschlüssen, die äußeren Schichten enthalten dagegen oft Körner von Graphit. Man hat den Eindruck, als ob die wachsenden

Granatkrystalle den Graphit beiseite geschoben hätten, solange der Platz im Gestein dies erlaubte.

Es erschien erwünscht, die Natur des Kohlenstoffs durch chemische Prüfung darzutun. Hierzu behandelte ich das feingepulverte Grossular-Graphit-Gestein längere Zeit mit einem Gemenge von Schwefelsäure und Flußsäure, das ausgewaschene und getrocknete Residuum wurde mit Aetzkali geschmolzen. Der in Wasser unlösliche Anteil wurde ausgewaschen, durch Behandeln mit Säuren erhielt ich daraus reinen schwarzen Kohlenstoff.

Der Kohlenstoff verbrennt relativ leicht vor dem Bunsenbrenner, schon nach wenigen Minuten erkennt man, daß seine Menge abnimmt. Durch kochende konzentrierte Salpetersäure wird das feine Pulver nicht angegriffen. Durch Kochen mit Kaliumchlorat und Salpetersäure wird der Kohlenstoff ohne Rückstand oxydiert, die Flüssigkeit ist hell gelblich gefärbt.

Diese leichte Angreifbarkeit läßt die Möglichkeit offen, daß vielleicht amorpher Kohlenstoff vorliegt.

Wismut.

Auf der Wismutgrube von Kjenner kam früher gediegenes Wismut stellenweise reichlich vor (über Vorkommen und Entstehung siehe im geol. Teil, p. 101). Einige Stufen, die mir bei einem Besuch der Grube gezeigt wurden, enthielten das metallische Wismut in denselben Rosetten, die für den Wismutglanz von Kjenner charakteristisch sind. An der Entstehung aus Wismutglanz ist nicht zu zweifeln.

Später bemühte ich mich, Material zu einer chemischen Untersuchung zu erhalten, es war aber nichts mehr aufzutreiben.

Auf der Zinklagerstätte von Glomsrudkollen kommt Wismutglanz nicht ganz selten vor, in seltenen Fällen scheint er auch hier in gediegenes Wismut umgewandelt zu sein, doch konnte ich kein genügendes Material zu näherer Untersuchung beschaffen. Dieses Vorkommen ist demnach noch als fraglich zu betrachten.

In der Sammlung des min. Inst. befindet sich eine alte Stufe von gediegenem Wismut mit der Ortsangabe Wedelseie-Grube (Konnerudkollen). An der Bestimmung als gediegenes Wismut ist nicht zu zweifeln, ebensowenig an der Angabe des Fundorts. Das Wismut ist vielleicht auch hier jünger als die eigentlichen Kontaktminerale.

In den Schürfen im Grundgebirge bei Hakedal ist gediegenes Wismut ebenfalls vorgekommen (Samml. min. Inst.).

Kupfer.

Metallisches Kupfer wird von J. H. L. VOGT (»Om dannelse af jern-malmforek«, p. 71) von der Buttedal-Grube im Gjellebæk-Gebiet angegeben, wo es in Form dünner Blätter auf Klüften im Hornfels vorkommen soll. Nach VOGT ist es auf Kosten von Kupferkies sekundär gebildet.

Kleine verästelte Malachitmassen auf Kalkspat von Konnerudkollen sind vielleicht als Pseudomorphosen nach Kupfer zu deuten.

Es sei auch auf das bekannte Vorkommen von gediegenem Kupfer auf Mandelräumen der Essexitlaven von Horten hingewiesen (siehe KJERULF, »Udsigt over det sydlige Norges geologi«, p. 64). Dies ist aber kein Kontaktvorkommen, sondern eine postmagmatische Thermalbildung.

Flußspat.

Der Fluorit kann als eins der häufigsten, wenn nicht als das häufigste unsrer pneumatolytischen Kontaktmineralien bezeichnet werden. Er fehlt kaum in einem der zahllosen kleineren und größeren Erzvorkommen der Kontaktzonen und tritt auch in den nicht erzführenden Kontaktgesteinen vielerorts auf. An einzelnen Orten findet er sich in solchen Mengen, daß Abbau versucht worden ist. Nach dem geologischen Auftreten läßt sich folgende Gruppierung der Fundorte durchführen.

1. Flußspat als endomorphes Kontaktprodukt in Eruptivgesteinen.

2. Flußspat auf Erzlagerstätten und anderwärts in kontaktmetamorphen Sedimenten.

3. Besondere Flußspatgänge in der Nachbarschaft der Tiefengesteine.

Diese drei Gruppen sind natürlich vielfach durch Uebergänge verknüpft.

Fluorit als endomorphes Kontaktmineral findet sich fast überall in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets (vergl. BRÖGGER, Z. K. 16, p. 72). Daß Fluorverbindungen den normalen Gasbestandteilen der Syenite und Granite angehört haben, ergibt sich aus der ungemeinen Häufigkeit des Fluorits als Drusenmineral in denselben. Besonders hübsche Oktaëder von blauer oder grüner Farbe sind in den Drusenräumen des Nordmarkits sehr häufig. In den Grenzzonen ist der Fluorit oft sehr angereichert, so zum Beispiel in der Grenzzone des Granitits von Drammen. Geht man die Fahrstraße von Drammen nach Konnerudkollen, so kann man sehr schön die Fluorit-anreicherung beobachten. Unmittelbar längs der Grenze ist der Granitit mit Nieren von blauem Fluorit und weißem Quarz erfüllt. Zum Teil tritt der Fluorit mehr in Form von Spaltenfüllungen auf und leitet damit zu

eigentlichen Fluoritgängen hinüber. Ebenso ist der Granitit von Hurum längs dem Strand gegenüber von Tofteholmen ganz mit Fluoritadern durchsetzt.

Eins der hübschesten Beispiele für endomorphe Fluoritanreicherung findet sich in einem der Schürfe des Aaserudgebiets südlich von Konnerudkollen. Der betreffende Schurf liegt unmittelbar an der Grenze zwischen Granitit und Kalk. Der Kalk ist größtenteils in Zinkblende-führenden Granatfels umgewandelt; der Granitit zeigt Anreicherung von Fluorit, Titanit und Eisenglanz. Diese Anreicherungen sind auf die unmittelbare Grenzzone beschränkt; 10 Meter vom Kontakt zeigt der Granitit völlig normalen Mineralbestand. Der Fluorit ist jedenfalls erst zugeführt, als die



Fig. 21.

Kalifeldspat (punctiert) und Fluorit (weiß) in der Grenzzone des Granitits von Aaserud, zwanzigfache Vergrößerung.

Gesteinsverfestigung schon recht vorgeschritten war; man sieht nämlich in Dünnschliffen sehr deutlich, wie der Fluorit in schmalen Zungen in den Kalifeldspat eindringt (vergl. Fig. 21). Ganz ähnliches zeigen Dünnschliffe von der Granititgrenze weiter westlich bei dem Fluß Brömsa. Auch hier ist Flußspat in den mindestens zum Teil erstarrten Granitit eingewandert.

An beiden Stellen zeigt der Fluorit eine Eigentümlichkeit, die auch bei dem Fluorit der Erzlagerstätten ungemein häufig ist. Mit starker Vergrößerung beobachtet man, daß das blaue oder violette Pigment nicht dilut durch den ganzen Krystall verbreitet ist, sondern auf die Nachbarschaft feiner Sprünge beschränkt erscheint. Bei dem Fluorit von Aaserud sind insbesondere dünne Streifen, die in den Kalifeldspat hineingreifen, weit intensiver gefärbt, als die Hauptmasse der Fluoritkörner. Man könnte beinahe denken, daß die Färbung durch eine Einwirkung von *außen* ent-

standen sei, etwa durch Einwirkung radioaktiver Substanzen. Eine fleckige Färbung von Flußspat beschreibt übrigens auch E. RIMANN (Centralbl. Min. 1909, p. 767).

Auch die Quarzporphyre, welche die Granitite begleiten, sind oft Fluorit-führend (siehe BRÖGGER, Z. K. 16, p. 58, sp. T.). In dem Intrusivgang von Nordmarkitpegmatit von Minne ist Fluorit sehr reichlich vorhanden. Dieser Gang, der durch das Vorkommen von Smaragd bekannt ist, muß als pneumatolytische Grenzfacies aufgefaßt werden.

Sehr häufig ist Fluorit auf den Erzlagerrstätten im Kristianiagebiet. Man darf wohl annehmen, daß die Schwermetalle in Form von Fluoriden in die Kontaktgesteine gelangten und bei der Umsetzung mit Kalkstein Flußspat lieferten. Ein hübsches Beispiel dafür boten Schiffe eines grünen Granatfelsens von Konnerudkollen (aus dem Kontaktstollen). Die sonst aus Kalkspat bestehende Grundmasse dieses Granatgesteins war nun in schmalen Streifen von dunkler Zinkblende ersetzt. Zwischen den Zinkblendestreifen aber war der Kalk größtenteils von Fluorit verdrängt. Der Fluorit zeigte auch hier die obenbeschriebene Verteilung des violetten Pigments. Derartige Fluoritbildung auf Kosten des Kalks in den Erzlagerrstätten habe ich an sehr vielen Orten beobachten können. Besonders Zink- und Eisenerze¹ werden gern von Flußspat begleitet. So zum Beispiel ist Fluorit sehr häufig in den zinkblendeführenden Gesteinen von Rien in Sande, wo er auch endomorph im Granitit als Begleiter des Eisenglanzes auftritt (siehe Eisenglanz).

Mit Magneteisen findet sich Flußspat in dem alten Schurf auf Hörtekollen (das Helvinvorkommen). Der Flußspat dieser Lokalität zeichnet sich durch ganz besonders starke Pyrolumineszenz aus. Hält man ein kleines Stück davon in eine Bunsenflamme, so kann man selbst bei vollem Tageslicht das plötzliche Aufleuchten beobachten. Der Fluorit vom Helvinfundort ist oft zonar gebaut, derart, daß ein farbloser Kern von einer intensiv violetten Hülle umgeben ist. Im Dünnschliff sieht man aufs deutlichste, wie die Färbung der Hülle auf die Umgebung von Sprüngen beschränkt ist.

Wo sich das Altersverhältnis zwischen Zinkblende und Flußspat bestimmen ließ, schienen beide Mineralien gleichaltrig zu sein, Eisenglanz ist dagegen in der Regel vor Flußspat krystallisiert.

In einem Zinkblende-führenden Kalkstein vom Aaserudgebiet fand ich gegenseitige Durchdringung von Kalkspat und Fluorit vom Aussehn eines Mikropegmatits.

¹ Wie schon J. H. L. Vogt beobachtet hat (Arkiv f. Math. og Naturv., 9, 1884, p. 239), wird besonders der Eisenglanz oft von Flußspat begleitet. Indessen gibt es auch, wenn schon seltener, Magnetitvorkommen mit sehr viel Fluorit (Hörtekollen).

Gute Krystalle von Fluorit sind auf den Erzlagerstätten des Kristiania-gebiets nicht gerade selten. Von allgemeinerem kristallographischen Interesse sind die Krystalle von Konnerudkollen bei Drammen. In allen Teilen der Gruben findet man hübsche Oktaëder¹, oft mit Abstumpfungen durch Würfel und Rhombendodekaëder. Seltener findet man reine Rhombendodekaëder mit glatten Flächen ohne irgend eine Abstumpfung durch andere Formen. Einen solchen ganz farblosen Krystall fand ich auf der Halde der Grube Eleonora, siehe Fig. 22.



Fig. 22. Flußspat,
{110}, Konnerudkollen.

Die besten Krystalle von Fluorit, die bis jetzt aus unsern Kontaktzonen bekannt wurden, fand ich unter dem Material, das aus dem Kontaktstollen gefördert war. Hier stieß man 1909 auf einen Gang, der wesentlich aus kastenähnlichen hohlen Quarzpseudomorphosen (wahrscheinlich nach Kalkspat) bestand.

In den Hohlräumen fanden sich blaue Fluoritkrystalle von bis 1 cm. Größe, derart, daß meist nur wenige Krystalle in jedem der großen Hohlräume saßen. Von einer andern Stelle im Kontaktstollen stammen Kalkspatmassen, die rotviolette Flußspatkrystalle einschlossen. Außerdem fand sich in Begleitung der großen Kalkspatkrystalle (siehe Kalkspat) massenhaft blaßvioletter Fluorit in stark angeätzten Rhombendodekaëdern.

Die blauen Krystalle in den Pseudomorphosen zeigten immer Rhombendodekaëder und Würfel etwa gleich stark entwickelt und gewöhnlich mit der einen oder beiden neuen Flächen dieses Vorkommens kombiniert.

Diese neuen Formen sind H {952} und K {11.7.2}. Diese Flächen sind nicht nur für Flußspat neu, sondern wurden auch, soweit mir bekannt, noch nicht an regulären Mineralien beobachtet. Die Fläche {11.7.2} liegt in der Zone (952):(110), also [112]; von den schon bekannten Hexakisoktaëdern des Fluorits liegen {10.4.3}, {732}, {11.5.3}, {15.7.4}, {19.9.5}, {421}, {531} und {20.14.3} in derselben Zone.

Die neuen Formen treten oft beide mit großen, wohlentwickelten Flächen an allen Würfecken auf; recht häufig trifft man nur {952}, seltener nur {11.7.2} neben {100} und {110}. Folgende Winkel wurden gemessen²:

¹ Schon von TH. SCHEERER beobachtet (Nyt Mag. f. Naturv., 4, 1845, p. 342).

² Die kristallographischen Untersuchungen, die in dieser Arbeit publiziert sind, wurden mit einem FUSS-Goniometer No. 2 ausgeführt (Ablesung auf 30''). Die angegebenen Winkel sind in der Regel das Mittel aus je vier Einzelablesungen. Messungen an Flächen mit minderwertigen Reflexen sind durch () gekennzeichnet, sie wurden natürlich nicht zur Berechnung der Mittelwerte hinzugezogen.

| | Gemessen | Mittel | Berechnet |
|------------------|-----------|---------|-----------|
| (529) : (001) | 30° 55,5' | 30° 53' | 30° 53,5' |
| | 30 50,5 | | |
| (529) : (101) | 19 8,5 | 19 14 | 19 17 |
| | 19 15,5 | | |
| | 19 18,5 | | |
| | (19 1) | | |
| | (19 1,5) | | |
| | (19 5) | | |
| (529) : (259) | 23 20,5 | 23 24,5 | 23 20,5 |
| | 23 28,5' | | |
| (7.2.11) : (101) | 14 59' | 15 9,5 | 15 13,5 |
| | 15 3,5 | | |
| | 15 7 | | |
| | 15 8 | | |
| | 15 10,5 | | |
| | 15 15 | | |
| | 15 25 | | |

Dieser Typus von Krystallen ist auf Fig. 23 dargestellt.

Ganz andere Kombinationen zeigen rotviolette, in Kalkspat eingewachsene Krystalle aus dem Kontaktstollen. Aber auch bei diesen ist meistens das Rombendodekaëder sehr stark entwickelt, und die Krystalle erinnern oft an die reinen Rombendodekaëder, die sich in der Grube Eleonore fanden.

Nicht ganz selten findet man Krystalle, die neben {110} kleine matte Würfelflächen zeigen, und an denen oft gerundete Tetrakis-hexaëder entwickelt sind. Diese Krystalle sind meist etwa 4 mm. groß. An einem derselben gab der Pyramidenwürfel gute Reflexe und ließ {100}, {110}, {952}, {11.7.2} sich als die neue Form L {807} bestimmen.

Die Fläche trat an allen erhaltenen Kanten des Krystalls auf. Die Messung ergab folgende Werte:

| | Gemessen | Mittel | Berechnet |
|---------------|----------|----------|-----------|
| (807) : (101) | 3° 45' | 3° 49,5' | 3° 49' |
| | 3 49 | | |
| | 3 49 | | |
| | 3 52 | | |
| | 3 52,5 | | |
| | (3 30) | | |

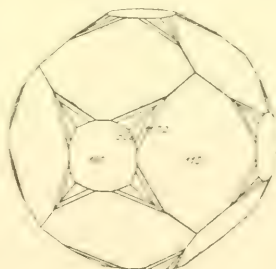


Fig. 23. Flußspat,
Konnerudkollen.

Dieser Krystall ist auf Fig. 24 dargestellt.

Außer $\{807\}$ fanden sich an demselben Krystall mit je einer Fläche noch zwei weitere Pyramidenwürfel, deren Winkel gegen $\{101\}$ zu $6^0 5,5'$ und $7^0 17'$ gemessen wurden. Es könnte sich vielleicht um $\{504\}$ und $\{907\}$ handeln, für welche sich die Winkel zu $6^0 20,5'$ und $7^0 7,5'$ berechnen. Da diese Flächen nur einmal beobachtet wurden, so ist ihre Bestimmung natürlich ganz unsicher; ich erwähne dieselben nur der Vollständigkeit halber.

Ein anderer Krystall zeigte vorherrschend $\{110\}$, daneben ganz klein $\{001\}$, sowie mehrere, nicht näher meßbare, Pyramidenwürfel, einer vicinal

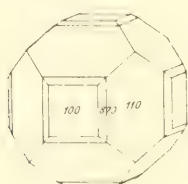


Fig. 24. Flußspat,
 $\{100\}$, $\{110\}$, $\{870\}$,
Konnerudkollen.

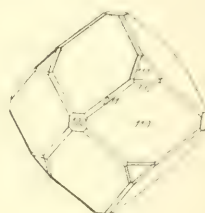


Fig. 25. Flußspat,
 $\{100\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{211\}$, $\{332\}$ (?),
Konnerudkollen.

zu $\{110\}$, ein anderer vielleicht a $\{310\}$. Die oktaëdrischen Ecken waren durch ein zu φ $\{414\}$ vicinales Triakisoktaëder abgestumpft. Berechnet $(110) : (441)$, $10^0 1,5'$ gefunden (Schimmermessung) 9^0 .

Die Fläche q $\{211\}$ fand sich nur an einem der von mir untersuchten Krystalle, und zwar mit ganz matten schmalen Flächen. Der Krystall war wesentlich von $\{110\}$ begrenzt, daneben zeigte er das Oktaëder, sowie ganz kleine Würfelflächen. Außerdem fand sich ein Triakisoktaëder, wohl w $\{323\}$, gemessen $(111) : (323)$ $9,5^0 - 10^0$ (Schimmermessung), berechnet $10^0 1,5$. Dieser Krystall ist auf Fig. 25 abgebildet.

Neben diesen, vorherrschend das Rhombendodekaëder zeigenden, Krystallen fanden sich solche mit großen glatten Oktaëderflächen, bei denen das Rhombendodekaëder etwas mehr untergeordnet auftrat und oft ziemlich matte Flächen hatte. Diese Krystalle zeigten stets mehrere Triakisoktaëder. Unter den letzteren konnten u $\{212\}$ und v $\{313\}$ sicher bestimmt werden. Außerdem fanden sich noch Triakisoktaëder näher an $\{111\}$. Die Winkelwerte dieser Triakisoktaëder sind sehr schwankend; sie ordnen sich in zwei Gruppen mit etwa 4^0 und 9^0 Winkelabstand von $\{111\}$. Besonders die Flächen der letzten Gruppe sind oft stark entwickelt, die Winkel stimmen angenähert auf $\{757\}$, doch ist diese Bestimmung kaum sicher. Folgende Winkel ließen sich messen:

| | Gemessen | Mittel | Berechnet |
|---------------|----------|---------|-----------|
| (757) : (111) | (8° 2') | | 8° 28' |
| | (8 11) | | |
| | (8 52) | | |
| (212) : (111) | 15 54 | 15° 58' | 15 47,5 |
| | 15 55 | | |
| | 16 6 | | |
| (313) : (111) | 21 24 | 21 58 | 22 0 |
| | 21 52 | | |
| | 21 54 | | |
| | 22 2 | | |
| | 22 32 | | |

Ein solcher Krystall ist auf Fig. 26 dargestellt.

Mitunter zeigen Krystalle dieses Typus auch das Ikositetraëder M {433}, welches für Fluorit neu ist. Gemessen (433) : (111) 7° 56', berechnet 8° 3'.

Andere Krystalle von Konnerudkollen zeigen neben herrschendem {110} kleine Flächen von {100} und {111}, sowie flache Triakisoktaëder und Ikositetraëder, beide mit Winkelabständen von etwa 3,5°—5,5° gegen {111}.

Es handelt sich um dieselbe Formen-
gruppe, die F. BECKE als Aetzflächen beim
Fluorit erhalten hat (Tschermaks min. petrogr. Mitt., 11, 1899, p. 349). Daß diese Flächen am
Fluorit von Konnerudkollen durch Aetzung entstanden seien, erscheint mir
nicht unwahrscheinlich, allerdings zeigen die andern Flächen der Krystalle
keine Aetzerscheinungen.

Ob die im vorigen erwähnten Flächen {775}, {332} und {433} derselben
Gruppe von Oktaëder-Vizinalen einzureihen sind, wage ich nicht zu ent-
scheiden.

Reiche Bleierze, die im Jahre 1910 aus der Fortsetzung des Kontakt-
stollens gefördert wurden, enthielten sehr viel Flußspat. Der Bleiglanz
war oft ganz in drusigen violetten Flußspatmassen eingewachsen, die wahr-
scheinlich durch metasomatische Fluoritisierung von Kalkstein gebildet waren.
Dieser Flußspat zeigte keine andern Formen als das Oktaëder.

Wie man sieht, zeichnen sich die Fluoritkrystalle von Konnerudkollen
durch große Mannigfaltigkeit an Formen und Kombinationen aus. Charak-
teristisch für die flächenreicheren Krystalle von diesem Fundort ist das
Vorherrschen rhombendodekaëdrischer Typen. Abgesehen von den ein-

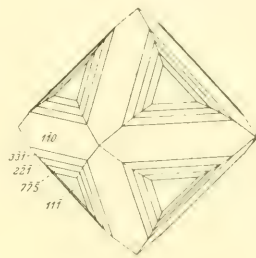


Fig. 26. Flußspat,
Konnerudkollen.

fachsten Kombinationen des Rhombendodekaëders, Würfels und Oktaëders, lassen sich wesentlich drei Typen unterscheiden:

- I. Krystalle mit Hexakisoktaëdern neben Rhombendodekaëder und Würfel, Beispiel Fig. 23; dieser Typus ist durch alle Uebergänge mit der einfachen Kombination $\{100\} \{110\}$ verbunden.
- II. Die Kombination $\{100\} \{110\}$ mit Tetrakishexaëdern, Beispiel Fig. 24.
- III. Krystalle mit Triakisoktaëdern, Beispiele Fig. 25 und 26. Diese sind sehr mannigfaltig in ihren Kombinationen und gehen in Typus I sowie in die einfachen Krystalle $\{100\} \{110\} \{111\}$ mit herrschendem $\{111\}$ über.

Im ganzen wurden folgende Flächen sicher festgestellt:

| | |
|--------------|--------------|
| c | $\{001\}$ |
| d | $\{101\}$ |
| L* | $\{807\}$ |
| p | $\{111\}$ |
| u | $\{212\}$ |
| v | $\{313\}$ |
| q | $\{112\}$ |
| M* | $\{334\}$ |
| H* | $\{952\}$ |
| K* | $\{11.7.2\}$ |

Die mit * bezeichneten Flächen sind neu.

Kleine Flußspatkrystalle sind auch sonst auf den Kontaktlagerstätten sehr verbreitet. So zum Beispiel findet man bei den Ekholt-Gruben¹ im Konnerudgebiet grüne oder violette Krystalle der Kombination $\{100\} \{110\} \{111\}$, mitunter mit schmalen Flächen von $\{211\}$. Auf den Halden der alten Eisengrube von Aaserud fand ich tiefviolette, fast schwarze Krystalle mit herrschendem Würfel samt $\{110\}$ und $\{111\}$. Diese Krystalle sind scheinbar aus kleinen Oktaëdern aufgebaut, dies ist natürlich eine Aetzungserscheinung.

Sehr hübsche Krystalle kommen auf der Wismutgrube von Kjenner vor. Es sind durchsichtige Oktaëder von hellblauer Farbe. Dieselben erreichen eine Größe von etwa 2 cm. und sind gleichzeitig mit den jüngsten Quarzimpregnationen auf Drusenräumen abgesetzt worden.

In den Zinkgruben von Nysæter bei Grua in Hadeland findet sich farbloser Fluorit in kleinen Würfeln.

Als Bestandteil der Erz-führenden Skarngesteine ist er auch hier sehr gewöhnlich, immerhin ist diese Lagerstätte mehr durch Chlorpneumatolyse charakterisiert (siehe unter Skapolith).

¹ TH. SCHEERER fand hier violettblaue Rhombendodekaëder (Nyt Mag. f. Naturv. 4, 1845, p. 342).

Außer auf Erzlagerstätten findet sich Flußspat auch auf besonderen Gängen, die ihn selbst als Hauptmineral enthalten. Als Beispiel solcher Gänge mag das im geologischen Teil beschriebene Vorkommen von Hörtekollen dienen. Die Hauptmasse des Flußspats ist von schön hellgrüner Farbe, die Gangfüllung ist sehr grobkristallinisch, die Größe der Individuen erreicht 5—10 cm. Nicht selten findet man hübsche Krystalle von Flußspat, die meist nur eine Größe von einigen Millimetern haben. Auf Drusenräumen in der Flußspatmasse findet man vielfach kleine Würfel; bei einem Besuche im Sommer 1910 sammelte ich auf den drusigen Quarzmassen, welche den Flußspatgang begleiten, violette Krystalle, welche nur einen Pyramidenwürfel zeigten. Die matten Flächen erlaubten bloß ganz

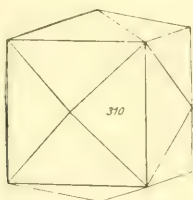


Fig. 27. Flußspat,
 $\{310\}$, Hörtekollen.

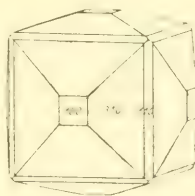


Fig. 28. Flußspat,
 $\{100\}$, $\{110\}$, $\{310\}$, Hörtekollen.

angenäherte Schimmerrmessungen, die auf das gewöhnliche Tetrakishexaëder $\{310\}$ führten. Dieser Typus von Krystallen ist auf Fig. 27 abgebildet.

Gleichfalls auf Quarz-reichen Stellen des Ganges, hier in Begleitung von Kalkspatrhomboëdern $\{100\}$, fand ich glänzende kleine Krystalle, die ebenfalls die Form $\{310\}$ herrschend zeigten. Als ganz schmale Abstumpfung fand ich das Rhombendodekaëder. Die kleinen Würfelflächen zeigten vierflächige Parkettierung durch einen ganz niedrigen Pyramidenwürfel. Das Reflexbild der Würfelfläche bildet einen vierstrahligen Stern, dessen vier Arme eine Länge von je $1^0 30'$ erreichen. Die Arme des Sterns verlaufen genau in der Zone der Pyramidenwürfel. Dieser Typus von Fluoritkrystallen ist auf Fig. 28 dargestellt.

Die Fläche $\{310\}$ wurde durch folgende Messungen bestimmt:

| | Gemessen | Berechnet |
|-----------------|------------|-----------|
| $(310) : (130)$ | $53^0 10'$ | $53^0 8'$ |
| $(310) : (100)$ | 18 17 | 18 26 |
| | 18 20 | |
| $(310) : (110)$ | (26 30) | 26 34 |

Diese Krystalle zeigten mitunter eine fluoreszierende grünblaue Farbe, ähnlich den bekannten englischen Flußspaten.

Endlich mögen noch Pseudomorphosen von Quarz nach Flußspat erwähnt werden. Es sind dünnwandige, immer hohle Oktaëder, die aus drusiger Quarzmasse bestehen. Die kleinen Quarzkrystalle stehn senkrecht auf den Oktaëderflächen. Diese Pseudomorphosen erreichen eine Kantenlänge von etwa 4 cm.; sie wurden zuerst von einem Studenten gefunden, der dem min. Inst. eine schöne Stufe brachte.

Auf Langöen bei Holmestrand findet sich ein bedeutender Flußspatgang in kontaktmetamorphen Obersilurschichten. Ich habe das Vorkommen nicht selbst besucht, zahlreiche Stufen des min. Inst. zeigen schöne Krystalle (Würfel und Rhombendodekaëder). Die bläulichgrünen Flußspate besitzen zum Teil ein ebenso ausgezeichnetes Fluoreszenzvermögen, wie die bekannten englischen Krystalle.

Ein Flußspatgang auf der kleinen Insel Tofteholmen ist wohl der pneumatolytische Kontaktwirkung des Granitits von Hurum zuzuschreiben. Das Vorkommen ist dadurch bemerkenswert, daß in der Flußspatmasse eingewachsen zahlreiche radialstrahlige Kugeln von Quarz vorkommen. Es erscheint mir wahrscheinlich, daß die Kieselsäure in Form von Fluorid zugeführt worden ist. Auch bei Knatvoldstranden in derselben Granitkontaktzone kommt Flußspat vor, der Granitit von Hurum selbst ist ebenfalls von zahlreichen kleinen Fluoritgängen durchsetzt.

Flußspatgänge sind jedoch nicht auf die Nachbarschaft der Granite beschränkt, auch in den Kontaktzonen nordmarkitischer Tiefengesteine treten sie auf. Das Vorkommen vom Ravndalskollen (Hakedal) ist schon im geologischen Teil beschrieben worden (siehe p. 41).

Es mag noch bemerkt werden, daß alle von mir untersuchten Flußspate aus den Kontaktzonen des Kristianiagebiets im Dünnschliff vollkommen isotrop erscheinen. Durch das Fehlen von Doppelbrechung, die niedrige Lichtbrechung (viel niedriger als Canadabalsam) und die vorzügliche Spaltbarkeit läßt sich Flußspat sehr leicht im Dünnschliff identifizieren.

Wismutglanz.

Der Wismutglanz gehört mit zu den wichtigsten sulfidischen Erzen in den Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets. Er ist seit langem von mehreren Fundorten bekannt, und zwar bis jetzt ausschließlich aus den Kontaktzonen des Granitits. In größter Menge findet er sich in dem Gebiet von Gjellebæk, wo in der letzten Zeit eine Grube (Kjenner) ausschließlich auf Wismutglanz abgebaut wird. Die geologischen Verhältnisse habe ich im ersten Teil dieser Arbeit beschrieben. Die Menge des Wismutglanzes ist hier sehr bedeutend, das Zurücktreten aller andern Schwermetalle ist

bemerkenswert. Eine technische Analyse des Erzkonzentrats, die mir liebenswürdigst mitgeteilt wurde, zeigte folgende Zahlen:

| | |
|--|-------|
| Bi | 42,40 |
| Sb | 0,16 |
| As | Spur |
| Pb | 5,83 |
| Cu | 1,82 |
| Fe | 7,70 |
| Mn | 0,24 |
| S | 12,21 |
| SiO ₂ | 10,05 |
| Al ₂ O ₃ | 6,03 |
| CaO | 10,76 |
| | <hr/> |
| | 97,20 |

Inklusive Sauerstoff (im Magnetit) wird die Analysensumme 100 erreicht. Auffällig ist der hohe Tonerdegehalt des Konzentrats, der als Grossular zu verrechnen ist. Auf der Lagerstätte von Kjenner kommt aber auch reichlich Andradit vor (vergl. unter Andradit).

Der Wismutglanz von Kjenner bildet oft 10 Centimeter lange und fingerdicke Strahlen im Granatfels; auf Drusenräumen trifft man nicht selten feine Nadeln von Wismutglanz, diese sind zum Teil später von Quarzkristallen umhüllt worden.

An ausgesuchtem, sehr reinem Material bestimmte ich das spezifische Gewicht; ich fand an 2,0789 g. bei 24° C. die Dichte 6,767¹.

Eine Analyse an 0,3903 g. desselben Materials ergab folgendes Resultat:

| | |
|--------------|-------|
| Bi | 76,26 |
| As | Spur |
| Pb | 3,71 |
| Cu | 1,38 |
| Fe | 0,25 |
| S | 18,25 |
| | <hr/> |
| | 99,85 |

¹ Alle Dichtebestimmungen, die in dieser Arbeit publiziert sind, habe ich mittelst hydrostatischer Wägung ausgeführt. Das untersuchte Material wurde vor der Bestimmung stets in destilliertem Wasser ausgekocht und in demselben (luftfreien) Wasser gewogen. Die Temperatur des Wassers während der Wägung wurde gemessen. Die Bestimmungen wurden mit einem Platinbecher ausgeführt, dessen Gewicht in Luft und in destilliertem, luftfreien Wasser genau bekannt war und durch wiederholte Wägungen kontrolliert wurde. Diese Methode zur Dichtebestimmung erwies sich bei sorgfältigem Arbeiten als sehr genau. Bei Anwendung von 1 ccm. des Minerals differierten die Werte kaum um mehr als 0,002—0,003. Als Einheit der Dichte wurde Wasser von 4° C. gewählt. Die Dichte des Wassers bei der Versuchstemperatur ersah ich aus den Zahlen in LANDOLT-BÖRNSTEINS Tabellen (3. Aufl., p. 37). Nach der Wägung in Wasser wurden Mineral und Platinbecher bei ca. 80° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Die Analyse wurde folgendermaßen ausgeführt. Das in Salpetersäure gelöste Mineral wurde mit Ammoniak und Wasserstoffsuperoxyd nach P. JANNASCH gefällt und derart Wismut, Blei und Eisen abgeschieden. Die Summe der Oxyde wurde gewogen, dann in dem Filtrat Schwefel als Bariumsulfat gefällt und Kupfer elektrolytisch bestimmt. Die Oxyde von Wismut, Blei und Eisen wurden in Salpetersäure gelöst und zunächst Wismut als basisches Nitrat abgeschieden, dann Blei als Sulfat, Eisen als Hydroxyd. Arsen wurde nur qualitativ in Spuren nachgewiesen.

Wird PbS, Cu₂S und FeS abgezogen, und der Rest auf 100 berechnet, so erhält man:

| | Berechnet für Bi ₂ S ₃ |
|------------------|--|
| Bi 81,60 | 81,22 |
| S 18,40 | 18,78 |
| 100,00 | 100,00 |

Es erscheint mir fraglich, ob Kupfer und Blei von Verunreinigungen herrühren. Selbst anscheinend völlig homogene kleine Stengel von Wismutglanz gaben starke Kupferreaktionen. In welcher Art Schwefelblei beigemischt sei, ob als Bleiglanz oder Galenobismutit, oder vielleicht in irgend einer festen Lösung, wage ich nicht zu entscheiden.

Schon TH. SCHEERER hat in Wismutglanz aus dieser Gegend Blei nachgewiesen. Er gibt für Wismutglanz von einem Vorkommen nahe bei Gjellebæk (vielleicht die Kjenner-Grube) folgende Analyse an (Nyt Mag. f. Naturv., 5, 1848, p. 313):

| | |
|--------------|-------|
| Bi | 79,77 |
| Cu | 0,14 |
| Fe | 0,15 |
| S | 19,12 |
| | 99,18 |

Er fügte zu dieser Analyse folgende Bemerkung: »Das bei der Analyse abgeschiedene Wismutoxyd schien mir etwas bleihaltig zu sein. Dieser Bleigehalt konnte indessen nicht quantitativ bestimmt werden, weil es mir, nach den bis jetzt bekannten Methoden, nie gelingen wollte, kleine Mengen Blei mit Genauigkeit von großen Mengen Wismut zu trennen«. Die Dichte des analysierten Materials wird von SCHEERER zu 6,403 angegeben.

Auch auf den andern Gruben des Gjellebæk-Gebiets ist Wismutglanz ein sehr häufiges Mineral in den Kupferkies- und Magnetit-führenden Skarnmassen.

Ferner habe ich ihn auf dem Zinkvorkommen von Glomsrudkollen gefunden, wo er nicht allzuselten vorkommt.

Als Seltenheit findet er sich auf den Lagerstätten von Konnerudkollen¹.

Auf der Eisenlagerstätte von Narverud ist er dagegen recht gewöhnlich und schon seit langer Zeit bekannt. Auch ich fand dort hübsche silberweiße Stengel, eingewachsen in Kalkspat.

Der Wismutglanz gehört zu den Mineralien, die unzweifelhaft unter Stoffzufuhr gebildet sind. Es ist merkwürdig, daß Wismut ohne Antimon und Arsen angereichert wurde. Dieselben pneumatolytischen Prozesse, welche in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets die Anreicherung von Wismut bewirkt haben, sind übrigens auch in andern Gebieten wirksam gewesen. So kommt Wismutglanz auf den Zinnstein-Gängen von Cornwall vor, ebenso auf den Kontaktlagerstätten von Campiglia Marittima (vergl. p. 223), im Banat und auf manchen Kontaktlagerstätten Japans.

Antimonglanz (?)

KEILHAU (*Gaea Norvegica*, p. 83) gibt an, daß Antimonglanz in einem der Schürfe, respektive Gruben, von Asker oder Gjellebæk gefunden sei. Dasselbe Vorkommen wird später von VOGT (»Om dannelse af jernmalmsforekomster«, p. 70) nach KEILHAU zitiert, ist aber nie durch neuere Funde bestätigt worden.

In einem der Erzvorkommen im Grundgebirge bei Mistberget, die auch in einem genetischen Zusammenhang mit den jüngeren Eruptiven stehn, soll Antimonglanz gefunden sein (vergl. VOGT, l. c.).

Bleiglanz.

Auf den Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets ist Bleiglanz sehr häufig. An mehreren Orten ist er Gegenstand des Bergbaues gewesen, heutzutage kommt wohl nur noch das Vorkommen von Konnerudkollen in Betracht.

Der Bleiglanz findet sich nur mit den sulfidischen Erzen in größerer Menge vor, man trifft ihn wesentlich zusammen mit Kupfererzen und Zinkblende, dagegen ist er nur spurenweise auf den (oxydischen) Eisenlagerstätten nachweisbar. Im folgenden sind einige der Vorkommen aufgezählt. Eine vollständige Zusammenstellung würde zu weit führen.

¹ Von hier gibt ihn schon G. FAYE an (*Topogr. Journ. f. Norge*, 1800, p. 13).

Kontaktzonen des Essexits.

Südlich von Viksbergene (Hadeland) kommt Bleiglanz mit Zinkblende neben einem Diabasgang vor. Der Diabasgang setzt unmittelbar an der Essexitgrenze auf, aus ein paar kleinen Schürfen hier stammen gute Heulanditkrystalle.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Bleiglanz ist nicht ganz selten unter den Drusenmineralien des Nordmarkits, Bleiverbindungen sind also in den magmatischen Gasen enthalten gewesen.

Kristiania: Bei Gamle Akers Kirke und an mehreren anderen Stellen in der Stadt Kristiania (vergl. KEILHAU, Gaea Norvegica) ist Bleiglanz neben Grünsteingängen vorgekommen. Alte Stücke in der Sammlung des min. Inst. zeigen Bleiglanz mit Zinkblende, Kupferkies und reichlichem Fluorit.

Von VOGT (Arkiv f. Math. og Naturv. 9, 1884) wurden die Erzvorkommen an Grünsteingängen als eine besondere Gruppe von den eigentlichen Kontaktlagerstätten abgetrennt. Wahrscheinlich sind aber die erbringenden Diabasgänge in den meisten Fällen Gangbegleiter der sauren Tiefengesteine (vergl. Konnerudkollen im geol. Teil), die Vorkommen müssen daher doch den gewöhnlichen Kontaktlagerstätten angegliedert werden, sie sind in vielen Fällen wohl zu BERGEATS apomagmatischen Kontaktlagerstätten zu zählen.

Grorud, nördlich von Kristiania: Bleiglanz ist ein gewöhnlicher Begleiter der Kupfererze von Grorud.

Toftner Sæter bei Hurdalssjøen: Bleiglanz begleitet hier die Zinkblende im Kalk.

Hakedal: Auf diesen Zinklagerstätten ist Bleiglanz auffallend spärlich. Nur in dem Ceratopygenkalk bei Abortjern (Kirkebyfeld) ist er lokal in größerer Menge vorhanden.

Grua: Auf der Zinklagerstätte von Nysæter tritt Bleiglanz nur in geringer Menge auf. Dagegen ist er sehr reichlich auf Mutta und Skjærpermyr vorhanden. Diese Vorkommen wurden früher auf silberhaltigen Bleiglanz abgebaut. Der Bleiglanz von Mutta ist mitunter schön krystallisiert, Kristiania Minekompagni schenkte dem mineralogischen Institut zollgroße Würfel mit schmaler Abstumpfung durch Oktaëder und Rhombendodekaëder.

Noch größere Krystalle sollen als Seltenheit vorgekommen sein. Der Silbergehalt des Bleiglanzes von Mutta beträgt nach einem Etikett in der

Sammlung des mineralogischen Instituts 0,15 ‰. Die Angabe bezieht sich offenbar auf eine technische Analyse.

Kontaktzonen des Natrongranits.

Zusammen mit der Zinkblende kommen auf Hamrefjeld kleine Mengen von Bleiglanz vor.

Kontaktzonen des Granitits.

Konnerudkollen: Bleiglanz war hier lange Zeit das wesentlichste Erz. Sein Silbergehalt ist recht hoch, die vorliegenden Angaben schwanken nach Vogt zwischen 0,03 und 0,30 ‰. Die Gruben werden jetzt wieder aufgenommen und sollen hauptsächlich auf Bleiglanz getrieben werden.

Ueber die geologischen Verhältnisse ist im ersten Teil dieser Arbeit ausführlich berichtet worden. Der Bleiglanz findet sich mit Zinkblende und Kupfererzen als Imprägnation im Kalkstein längs großen Spaltenverwerfungen, die das Lakkolithendach durchsetzen.

Im großen und ganzen scheint es, daß Bleiglanz (und Kupferkies) vorzugsweise in den tieferen Horizonten des Vorkommens angereichert ist, Zinkblende mehr in den höheren (vergl. p. 78). Der Grund hierfür mag in der größeren Flüchtigkeit der Zinkverbindungen liegen.

Auf zahlreichen Schürfen in der nähern und weitem Umgebung von Konnerudkollen kommt Bleiglanz ebenfalls vor, die verschiedenen Fundorte bieten nichts von besonderem Interesse; es mögen die Gruben von Ekholt erwähnt werden.

Bei Stordammen und auf den Dale-Gruben findet sich Bleiglanz mit hellgrüner Blende in Quarzporphyrgängen, die den devonischen Sandstein durchbrechen. Die geologischen Verhältnisse sind im ersten Teil dieser Arbeit beschrieben. Das Vorkommen von Dalen ist keineswegs unbedeutend. Hier kommen auch gute Krystalle vor; solche fand ich auf einem Drusenraum des Quarzporphyrs. Es sind centimetergroße Oktaëder mit schmaler Abstumpfung durch Würfel und Rhombendodekaëder. Die Krystalle sind oft nach dem Spinellgesetz verzwillingt. Der Silbergehalt des Bleiglanzes von Dalen soll, wie mir gesagt wurde, geringer sein, als der des Bleiglanzes von Konnerudkollen.

Aaserud: Auf mehreren Zinkblende-Schürfen ist Bleiglanz reichlich vorhanden, einige Vorkommen waren schon im achtzehnten Jahrhundert bekannt. Die im Kalk eingewachsenen Krystalle lassen sich leicht mit Essigsäure isolieren; von einem der Schürfe östlich vom Haugsætertjern erhielt ich auf diese Weise hübsche Kuboktaëder, sowie Würfel, abgestumpft durch das Rhombendodekaëder.

Rien in Sande: Auf der Zinklagerstätte ist die Menge des Bleiglanzes verschwindend klein, nur ganz lokal kommt er längs kleinen Gangspalten vor.

Die Gegend von Gjellebæk: Bleiglanz ist hier an mehreren Stellen nachgewiesen, am reichlichsten kommt er bei Bø vor, wo sich eine alte Grube befindet.

In mineralogischer Beziehung knüpft sich ein besonderes Interesse an den Bleiglanz der Wismutgrube von Kjenner; dieser gehört zu den seltenen Vorkommen mit *oktaëdrischer Spaltbarkeit*.

Ich wurde im Sommer 1909 auf ein Mineral aufmerksam gemacht, das die Farbe des Bleiglanzes besaß, aber eine vorzügliche Spaltbarkeit nach dem Oktaëder zeigte. Das Mineral kam auf der Wismutlagerstätte besonders zusammen mit Zinkblende vor. Meine chemische Untersuchung ergab, daß ein Wismut-haltiger Bleiglanz vorlag, wie er auch anderwärts mit oktaëdrischer Spaltbarkeit gefunden ist. Der Bleiglanz kommt auch als dünner Ueberzug auf der Zinkblende vor.

Die Spaltbarkeit nach dem Würfel läßt sich meistens gar nicht nachweisen, nur bei dem Bleiglanz einzelner Stufen treten beide Spaltbarkeiten nebeneinander auf. Die Oktaëderspaltflächen geben vorzügliche Reflexe, ich maß an einem Spaltungsstück:

| | Gefunden | Mittel | Berechnet |
|-------------------------|----------|---------|-----------|
| (III) : (I \bar{I} I) | 70° 30' | 70° 32' | 70° 32' |
| | 70° 30' | | |
| | 70° 30' | | |
| | 70° 33' | | |
| | 70° 38' | | |

Die ursprüngliche Krystallbegrenzung der Körner zeigte rauhe Oktaëder.

Das spezifische Gewicht des Bleiglanzes mit Oktaëderspaltung ist bekanntlich nicht von dem des gewöhnlichen Bleiglanzes verschieden, sodaß man den Unterschied beider Arten nicht als Polymorphie auffassen kann. Am Bleiglanz von Kjenner fand ich die gewöhnliche Dichte.

Zuerst führte ich eine Bestimmung an solchem Material aus, das beide Spaltbarkeiten nebeneinander zeigte. Das Material war teilweise oberflächlich oxydiert, ich suchte möglichst reine Körner heraus, vielleicht ist die Dichte doch ein klein wenig zu niedrig gefunden worden. An 3,8944 g. erhielt ich bei 22° C. das spezifische Gewicht 7,407, während für gewöhnlichen Bleiglanz die Zahlen 7,2—7,6 angegeben werden.

Eine zweite Bestimmung führte ich an einer kleinen Menge von sehr reinem Material aus. Dasselbe zeigte nur die oktaëdrische Spaltbarkeit. Bei 20° C. erhielt ich an 0,6530 g. die Dichte 7,48.

In der mineralogischen Literatur sind mehrfach Vorkommen von Bleiglanz mit oktaëdrischer Spaltbarkeit beschrieben worden. Die abweichenden Kohäsionsverhältnisse wurden von HJ. SJÖGREN (Geol. fören. förh. *VII*, 1884—85, p. 124) mit einem Wismutgehalt in Verbindung gebracht. Der von SJÖGREN beschriebene Bleiglanz von Nordmarken (Vermland) enthält nach einer Analyse von K. A. WALLROTH 0,76 $\frac{0}{0}$ Bi. Ein oktaëdrisch spaltbarer Bleiglanz vom Habachtal, den v. ZEPHAROVICH (siehe *Z. K. I*, 1877, p. 155) beschrieben hat, enthält 1,60 $\frac{0}{0}$ Bi.

Da der Bleiglanz von Kjenner als Begleiter von Wismutglanz auftritt, lag es nahe, auch hier einen Wismutgehalt als Ursache der oktaëdrischen Spaltung anzunehmen. Leider ist das Material derart mit Wismutglanz durchwachsen, daß es schwer hält, absolut reinen Bleiglanz zu isolieren. In einer Probe, die sicher noch Wismutglanz enthielt, fand ich:

| | |
|--------------|------------------|
| Pb | 79 $\frac{0}{0}$ |
| Bi | 6 » |
| S | 13 » |
| | 98 $\frac{0}{0}$ |

Dadurch ist jedenfalls erwiesen, daß Schwefelblei der Hauptbestandteil des Minerals ist.

In reinem Material ist der Wismutgehalt niedriger; in einer Probe, die aus anscheinend reinen Spaltstücken bestand, fand ich 3 $\frac{0}{0}$ Bi.

Nach dem übereinstimmenden Befund an drei so verschiedenartigen Vorkommen, wie Habachtal, Nordmarken und Kjenner, darf man mit Sicherheit schließen, daß zwischen dem Wismutgehalt des Bleiglanzes und der oktaëdrischen Spaltbarkeit ein Kausalzusammenhang besteht.

Kupferglanz.

Kupferglanz ist eins der Haupterze in den Kupfervorkommen des Alunsjö-Gebiets bei Grorud. Die Vorkommen, die ich selbst nicht näher untersucht habe, sind nach Prof. VÖGT durch thermale Nachwirkungen der Nordmarkiterationen gebildet worden (»Om dannelse af jernmalmforek.«, p. 95). Der Kupferglanz dieser Gegend soll einen nicht unbedeutenden Silbergehalt besitzen.

In der Gegend von Konnerud bei Drammen kommt Kupferglanz stellenweise in geringer Menge vor, ich fand ihn auf den Halden der alten Gruben von Ekholt. Er bildet graue weiche Platten im Buntkupfererz, bei einer qualitativen Untersuchung fand ich Kupfer, Schwefel, samt ein wenig Silber.

Der Kupferkies ist auf den Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets sicher größtenteils ein *primäres* Kontaktmineral, nicht etwa eine sekundäre Neubildung auf Kosten von andern Kupfererzen.

Silberglanz (?)

G. FAYE (Topogr. journ. f. Norge, 1800, p. 12) gibt für Konnerudkollen das Vorkommen von Silberglanz (Glaserz) an. Seitdem ist das Mineral nie wieder nachgewiesen worden, das Vorkommen ist als fraglich zu betrachten.

Zinkblende.

Unter den sulfidischen Erzen unsrer Kontaktlagerstätten nimmt Zinkblende den ersten Platz ein. Zur Zeit sind sechs größere Zinkvorkommen in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets bekannt, außerdem findet sich die Zinkblende an unzähligen Orten in geringerer Menge.

Die sechs größeren Lagerstätten, oder Gruppen solcher, sind (von Süden nach Norden) folgende:

Rien.
Aaserud.
Konnerudkollen.
Glomsrudkollen.
Hakedal.
Grua.

Die Lagerstätten gliedern sich in eine südwestliche und eine nordöstliche Gruppe. Erstere gehört zu den Kontaktprodukten des Granitits, letztere zu denen des Nordmarkits.

In ihrem geologischen Aufbau zeigen die Lagerstätten wenig Abwechslung (vergl. die Beschreibung der einzelnen Vorkommen im geol. Teil). Man kann im großen und ganzen zwei Typen von Lagerstätten unterscheiden, solche, bei denen die metasomatische Imprägnation von vertikalen Spalten im Kalkstein ausgeht, und solche, bei denen der Kalk unmittelbar an das Eruptivgestein grenzt und von diesem aus direkt imprägniert wurde. Natürlich spielen auch bei der direkten Imprägnation alle vorhandenen Gangspalten eine wichtige Rolle als Zufuhrkanäle der Erze.

Beide Typen von Lagerstätten haben das gemeinsam, daß die Zinkblende immer im Kalkstein auftritt, daß also die Vorkommen *kontaktmetasomatisch* sind. Man kann dies leicht verstehen, wenn man annimmt, daß der Zinkgehalt in Form flüchtiger Halogenverbindungen zugeführt ist, was durch das Vorkommen von Flußspat und Skapolith bestätigt wird. Hat

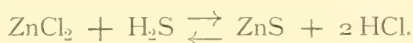
die Zufuhr der Zinkblende als ZnCl_2 und H_2S stattgefunden, so konnte eine Umsetzung zu Zinkblende und Salzsäure nur dort stattfinden, wo die neu gebildete Salzsäure durch Kalk neutralisiert wurde, da die Zinkblende selbst leicht von Säuren angegriffen wird.

Man kann voraussetzen, daß der Zinkgehalt in dem ursprünglichen Eruptivgestein als Sulfid gebunden war. Zinkblende ist ein nicht allzu seltener Gemengteil normaler Tiefengesteine, in den Nordmarkiten kommt sie als Drusenmineral vor. Bei der Erstarrung der Tiefengesteine stieg die Konzentration der magmatischen Salzsäure in dem noch flüssigen Anteil der ursprünglichen Schmelzmasse. Diese Salzsäure konnte die Zinkblende des Eruptivs angreifen, wobei ZnCl_2 und H_2S entstanden:



Eine analoge Reaktion mag die entsprechende Fluorverbindung geliefert haben¹. Nun ist Zinkchlorid sehr flüchtig (Siedepunkt etwa 700°), sodaß es mit den andern magmatischen Gasen durch Spalten im Lakkolithendach entweichen konnte.

Die entweichenden Gase konnten also Zinkchlorid, Schwefelwasserstoff und vielleicht noch freie Halogensäuren enthalten. Wo ein solches Gasgemenge an einem Kalkstein vorbeistrich, wirkte das Karbonatgestein wie ein Absorptionsmittel. Zunächst wurde die freie Säure gebunden. Das zurückbleibende Zinkchlorid und der Schwefelwasserstoff geben streng genommen ein Gleichgewicht:



Ohne Gegenwart von Kalk wird die Reaktion so gut wie vollständig nach links verlaufen, ist aber kohlenaurer Kalk zugegen, so wird die entstehende freie Salzsäure gebunden. Dann stellt sich das Gleichgewicht von neuem ein, die Säure wird wieder vom Kalk gebunden u. s. w., bis aller Kalk oder alles Zinkchlorid verbraucht ist. Bei dieser Umsetzung durch den Kalk entsteht Zinkblende, die lange nicht so flüchtig ist wie Zinkchlorid, die Blende wird also nicht weiter sublimieren, sondern sammelt sich in Kalk an².

¹ Der Vorgang entspricht völlig der „aciden Extraktion“, wie sie J. H. L. Vogt bei der Entstehung von Zinnsteinvorkommen angenommen hat (Zeitsch. f. prakt. Geol., 1895, p. 472).

² Eine analoge Entstehungsweise ist von C. K. LEITH und E. C. HARDER für das Eisenerz (Magnetit) im Iron Springs-Distrikt vermutet worden (U. S. Geol. Survey, 1908, Bull. No. 338). Sie nehmen an, daß der Magnetit aus Eisenhalogenür und Wasser bei Gegenwart von Kalkstein entstanden ist. Für die oxydischen Eisenlagerstätten im Kalk scheint mir indessen die Entstehung durch direkte Einwirkung von Eisenhalogenid auf Calciumcarbonat wahrscheinlicher.

Der Kalk wirkt auf diese Weise wie ein Filter, das bestimmte Bestandteile der Magmagase zurückhält und auf diese Weise lokal anreichert, obgleich sie in dem ursprünglichen Gasgemenge vielleicht nur in geringer Konzentration vorhanden waren.

Daß der Transport in Gasform vor sich ging, und nicht etwa in wässriger Lösung, ergibt sich daraus, daß die Zufuhr des Zinks und seine Anreicherung im Kalkstein vor dem völligen Erstarren des Magmas beendet waren.

Außer an Gangspalten kann die metasomatische Aufnahme von Zinkblende natürlich auch an solchen Stellen vor sich gegangen sein, wo Kalkstein direkt an das mit Gasen erfüllte Tiefengesteinsmagma grenzte (vergl. p. 77).

Als Nebenprodukte entstanden bei der Zinkblendeanreicherung Calciumchlorid und Fluorid. Ersteres hat an manchen Orten massenhafte Bildung von Skapolith verursacht (Nysæter, Grua), letzteres finden wir direkt als Flußspat zusammen mit der Zinkblende. Weitere gewöhnliche Produkte bei der metasomatischen Umwandlung der Kalksteine sind Andradit und Hedenbergit, sowie verschiedene Erze außer Zinkblende. Die magmatischen Gase scheinen bei allen unsern Lagerstätten reich an Eisenchlorid gewesen zu sein. Der Eisengehalt der Blende hängt aber nicht direkt von dem Eisengehalt der ursprünglichen Gase ab, sondern auch von dem Schwefelgehalt derselben. Die Affinität zwischen Zink und Schwefel ist größer als die zwischen Eisen und Schwefel. Zuerst wird also das Zink an Schwefel gebunden, und nur wenn dann noch ein Rest von Schwefel übrig geblieben ist, kann Schwefeleisen entstehen, das als isomorphe Beimengung in die Blende eingeht.

Wären die magmatischen Gase exzeptionell arm an Schwefelwasserstoff, so würden wir im Kalk metasomatische Vorkommen von Rotzinkerz erhalten. In der berühmten Lagerstätte von Franklin, New Jersey, haben wir vielleicht ein Beispiel für ein derartiges Kontaktvorkommen.

In dem folgenden Abschnitt sollen die Fundorte von Zinkblende im Kristianiagebiet aufgezählt werden; bei der ungeheuren Anzahl der Vorkommen ist die Zusammenstellung naturgemäß keine vollständige.

Kontaktzonen des Essexits.

Hell schwefelgelbe Blende findet sich in mehreren Schürfen in der Kontaktzone von Viksbergene, Hadeland (vergl. im geol. Teil meiner Arbeit p. 25). Auch bei Brandbukampen ist auf Blende geschürft worden.

Kontaktzonen des Akerits.

In einem der Schürfe am Akerit von Vettakollen fand ich neben Magnetit und Kupferkies braune Zinkblende.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Kristania: Die Schürfe an Diabasgängen bei Gamle Akers Kirke in Kristiania sind unter Bleiglanz erwähnt worden. Hier kam schwarze Blende vor. Von dieser Blende liegen drei alte Analysen vor. I ist von TÖNSAGER ausgeführt, II von DÖRUM, beide unter TH. SCHEERERS Leitung (Nyt Mag. f. Naturv. 4, 1845, p. 348). Eine von SCHEERER selbst ausgeführte Analyse ist unter III mitgeteilt (Nyt Mag. f. Naturv. 5, 1848, p. 218).

| | I | II | III |
|--------------------|-------|-------|-------|
| Zn . . | 46,45 | 51,44 | 53,17 |
| Fe . . | 16,88 | 14,57 | 11,79 |
| Mn . . | — | — | 0,74 |
| Cu . . | Spur | — | Spur |
| S . . | 33,76 | 32,33 | 33,73 |
| H ₂ O . | 0,23 | — | — |
| | 97,32 | 98,34 | 99,43 |

Cadmium fehlt nach SCHEERER vollständig.

Die Blende ist oft stenglig nach Art der Strahlenblende. Wie schon NOELTING fand (Inaug. Diss., Kiel, 1887), liegt aber nicht Würtzit vor, sondern isotrope Blende. Ich selbst konnte mich an einem Dünnschliff davon überzeugen.

Aarvold-Grorud: In der umgewandelten Kalkscholle des Axinitvorkommens im Aarvoldstal (Ostseite) nordöstlich von Kristiania findet sich Zinkblende ziemlich spärlich in gelbbraunen Krystallen. Im unmittelbar angrenzenden Nordmarkitaplit sieht man grasgrüne Blende in einzelnen Körnern.

Braune Zinkblende in unregelmäßigen Klumpen kommt auf den Drusenräumen des Nordmarkits an der Südostseite des Aarvoldaas vor, Zinkverbindungen gehören also dem Nordmarkitnagma an.

In Kalksilikatschollen im Nordmarkit der Gegend von Grorud ist Zinkblende ganz gewöhnlich, wenn auch nur in vereinzeltten Körnern. Größere Mengen von grüner Blende finden sich längs dem Rand der großen Kalkscholle bei Grussletten. Die Blende wird von Andradit begleitet, es ist eine der gewöhnlichen Blendeanreicherungen im Karbonatgestein. Das Vorkommen ist ohne technische Bedeutung.

Hakedal: Wichtige Zinkblendevorkommen liegen an der Nordseite von Hakedal. Die Lagerstätten sind bereits im geologischen Teil meiner Arbeit eingehend beschrieben. Die dunkle eisenreiche Blende wird hier fast immer von Magnetkies begleitet. Der Bleigehalt der Erze ist dagegen ganz unbedeutend, ebenso der Kupfergehalt. Die Zinkblende bildet Imprägnationen in Kalkschichten des Cambriums und untern Silurs.

Im Dünnschliff wird die Blende von Hakedal braun durchsichtig, sie ist, wie alle Zinkblenden unserer Kontaktzonen, nicht merkbar doppelbrechend. Die Blende ist jünger als alle primären Kalkeisensilikate in den Skarngesteinen, dies gilt auch für alle andern Zinkblendevorkommen im Kristianiagebiet.

Von ganz demselben Typus, wie die Vorkommen von Hakedal, sind ein paar Schürfe zwischen Toftner Sæter und Aamundrud am Hurdalssjø.

Grua: Die Zinklagerstätten von Grua sind zum Teil sehr bedeutend, im folgenden soll die Blende von einigen dieser Vorkommen beschrieben werden.

Bei Skjærpemyr findet sich meist hell gelbbraune Blende, oft stark zersetzt unter Bildung von Kieselzinkerz. Schwarze Blendekrystalle, die ich hier fand, zeigten beide Tetraëder, das eine vorherrschend, dazu noch untergeordnet den Würfel. Die etwa 1 cm. großen Krystalle sind, wie gewöhnlich, wiederholt verzwillingt unter Drehung um eine trigonale Achse. Die Blende der benachbarten Lagerstätten von Mutta ist braun gefärbt. Von hier stammt ein zwei Centimeter großer Zwilling, den Kristiania Minekompani dem min. Inst. geschenkt hat. Er ist von Flächen des Rhombendodekaëders begrenzt. An diesen Vorkommen wird die Blende von viel Bleiglanz begleitet.

Am wichtigsten ist das Vorkommen von Nysæter. Die Blende ist von dunkelbrauner oder schwarzer Farbe, sie kommt mit Magnetkies vor. Der Zinkblende-führende Skarn wird jetzt in großem Maßstab gebrochen, zum Teil in Tagebrüchen. Wie mir Herr Ingenieur TORGENSEN mitteilte, beträgt die tägliche Förderung zur Zeit etwa 100 Tonnen. Das Erz wird mit einer Seilbahn nach der Wäscherei im Tal von Grua befördert, wo es aufbereitet wird. Als Endprodukt erhält man ein Konzentrat mit etwa 45% Zn, welches zur Verhüttung nach Deutschland exportiert wird. Der Gehalt an Blei ist ganz unbedeutend, der an Kupfer soll auch nicht groß sein.

Die Blende des kleinen Vorkommens von Typografhemmet bei Grua ist, wie die von Nysæter, schwarzbraun gefärbt, im Dünnschliff sind beide braun durchsichtig. Ein paar unbedeutende Vorkommen von Zinkblende sollen westlich von Skjærpemyr liegen, ich habe sie nicht selbst besucht.

Kontaktzonen des Natrongranits.

Ein paar unbedeutende Schürfe auf schwarze Zinkblende liegen auf dem Hamrefjeld am Ekernsee, dem bekannten Vesuvianfundort. Die Blende wird von Magnetkies begleitet.

Kontaktzonen des Granitits.

Gruben von Konnerudkollen: Die Zinkblende der Gruben am Kollen ist meist ziemlich dunkel grün gefärbt. Sie wird von Bleiglanz und Kupferkies begleitet, Eisenerze treten nur in geringer Menge auf. Die Lagerstätten von Konnerudkollen gehören zu den wichtigsten des Kristianiagebiets.

Im Dünnschliff ist die Blende von Konnerudkollen hell grünlich oder farblos. Sie kommt meist in Kalkstein und dem daraus entstandenen Andraditfels vor.

Auch in den Epidot-reichen Quarzporphyreinlagerungen von Konnerudkollen findet sich Zinkblende.

Längs der östlichen Verwerfungslinie an dem Grabenbruch von Konnerud liegen ebenfalls wichtige Zinkblendevorkommen, wie die Oran-Grube und nördlich davon die Schürfe von Jenserud und Gomperud.

Die Zinkblende von Jenserud liegt in Andraditfels oder direkt im Kalk. Die Farbe der Blende von Jenserud ist eine ganz hell grüne, was auf einen sehr geringen Eisengehalt deutet. Die Durchschnittszusammensetzung des Exporterzes geht aus der weiter unten mitgeteilten Analyse hervor, die Herr Obersteiger J. BRONDER mir freundlichst überließ.

In der weiteren Umgebung von Konnerudkollen liegen zahlreiche kleine Vorkommen von Zinkblende. Als nicht ganz unbedeutend seien die Dale-Gruben erwähnt. Die sehr hell grüne Blende kommt mit Bleiglanz in einem Quarzporphyrgang vor (vergl. den geol. Teil p. 79).

Das Aaserud-Gebiet: Südlich von Konnerudkollen liegt an der Grenze zwischen Granitit und obersilurischem Kalk (Ludlow) eine Reihe von Zinkvorkommen. Die Blende ist von hellgrüner Farbe, wie die von Jenserud. Im Kalk wird die Blende von Andradit begleitet, Flußspat kommt im Kalk reichlich vor, ebenso ist er in der endomorphen Grenzzone des Granitits stellenweise angereichert. Herr Obersteiger J. BRONDER, der hier eine Zeit lang die Versuchsarbeiten leitete, war so freundlich, mir die weiter unten aufgeführten Analysen mitzuteilen.

Mit Hülfe verdünnter Essigsäure lassen sich oft hübsche dunkelgrüne Blendekristalle aus dem Kalk isolieren. Ich fand solche von tetraëdrischem Habitus. Das eine Tetraëder war ganz überwiegend, an den Kanten war

es durch schmale Würfelflächen abgestumpft, an den Ecken durch sehr kleine Flächen des Gegentetraëders. Weiter fanden sich an denselben Krystallen schmale Flächen des Rhombendodekaëders. Neben Zwillingen nach dem gewöhnlichen Gesetz kommen seltener einfache Krystalle vor.

Eine Fortsetzung der Aaserudvorkommen bildet wahrscheinlich die weiter nordwestlich gelegene Zinklagerstätte von Korsegaard. Hier findet sich dunkle Blende im Kalk.

Rien: Die Zinklagerstätte von Rien gehört mit zu den bedeutendsten des Kristianiagebiets. Das Haupterz ist ganz hell grüne, oft beinahe farblose Blende, die fast frei von Eisen sein soll. Am Nordende der imprägnierten Kalkscholle findet sich dunklere Blende. Die Erze werden von reichlichem Fluorit begleitet, vergl. im geol. Teil p. 63.

Auch nördlich vom Drammenstal ist im umgewandelten Silur auf Zinkblende geschürft worden, ich habe diese Vorkommen nicht selbst besucht.

Glomsrudkollen: Die Zinklagerstätte von Glomsrudkollen ist im geologischen Teil (p. 86) ausführlich beschrieben. Das Erz ist verhältnismäßig grobkörnige dunkle Blende. Nahe der Tagesoberfläche zeigt die Blende oft eine drusige Beschaffenheit, gegen offene oder mit Kalkspat erfüllte Hohlräume erkennt man schöne schwarze Krystalle. Diese zeigen vorherrschend beide Tetraëder, daneben untergeordnet Rhombendodekaëder und Würfel. Wie gewöhnlich sind die Krystalle vielfach verzwillingt.

Herr Obersteiger J. BRONDER, der den Betrieb der Grube leitet, hat mir 1908 mehrere Analysen mitgeteilt:

Eine Analyse des Exporterzes ist weiter unten wiedergegeben. Eine Analyse des handgeschiedenen Erzes ergab:

| | |
|--------------|-------|
| Zn | 27,04 |
| Fe | 9,52 |
| Pb | Spur |
| Ag | 0,16 |
| S | 16,40 |
| F | 1,81 |
| Cl | 0,12 |

Das Chlor ist wohl in Skapolith gebunden. Bemerkenswert ist der hohe Silbergehalt; in einer andern Erzprobe wurde allerdings nur 0,03 % Ag gefunden. Da Blei fast völlig fehlt, kann das Silber nicht in Bleiglanz gebunden sein. Auch das Erz von Rien soll stellenweise Silber enthalten.

Im Sommer 1910 wurde mir eine weitere Analyse mitgeteilt, die an einer Durchschnittsmischung aus 60 kg. Erz des Hauptvorkommens ausgeführt ist. Dieselbe ergab:

| | |
|--------------|---------|
| Zn | 29,13 % |
| Fe | 7,70 „ |
| S | 17,71 „ |

entsprechend einer eisenreichen Blende. Die Menge des Bleis in zahlreichen neueren Analysen steigt bis 0,25 %, meist findet sich nur 0,10 %. Spuren von Antimon und Wismut sind nachweisbar, in größerer Tiefe wird die Blende von Kupferkies begleitet.

Einige Schürfe auf Zinkblende liegen an der Ostseite des Granitit-lakkolithen von Modum, nördlich von Hörtekollen. Hier kommt teils grüne Blende vor, teils schwarze, welche der von Glomsrudkollen ähnelt. In ganz unbedeutender Menge findet sich Zinkblende auf dem Helvinvorkommen von Hörtekollen.

In der Gegend von Gjellebæk ist Zinkblende an vielen Orten gefunden worden, wenn auch bis jetzt nirgends in abbauwürdiger Menge. Als Fundorte seien erwähnt die Kupfer-Eisen-Gruben von Buttedal bis Gjellebæk und die alte Bleiglanz-Grube von Bö. Im Marmor nahe an Gängen von Andradit kommt schwefelgelbe Zinkblende zusammen mit manganhaltigem Wollastonit vor, der Fundort wird schon von KEILHAU (Gaea Norvegica) erwähnt.

Auf der Wismutgrube von Kjenner ist gelbe Blende ganz gewöhnlich, wenn auch nur in kleinen Mengen auftretend. An diesem Fundort sollen gute Krystalle von Blende vorgekommen sein.

Exporters von einigen Zinklagerstätten des Kristianiagebiets.

- I. Exporters, Jenserud bei Konnerudkollen.
- II. — » — Aaserudgebiet.
- III. — » — — » —
- IV. — » — Glomsrudkollen.

| | I | II | III | IV |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| Zn | 50,50 | 52,48 | 38,42 | 53,76 |
| Fe | 2,17 | 2,35 | 4,62 | 9,10 |
| Pb | 0,04 | 0,05 | 1,15 | Spur |
| Cu | — | — | 0,13 | — |
| S | 26,08 | 26,76 | — | — |

Außerdem wurden Spuren von Arsen und Chlor nachgewiesen. Fluor soll in den vier Exporters ganz fehlen.

S. WLEUGEL (Nyt Mag. f. Naturv. 24, 1879, p. 333) fand spektroskopisch Thallium in der schwarzen Blende von Gamle Akers Kirke Spuren von Indium in der von Glomsrudkollen. In Zinkblende von Gjellebæk sowie zahlreichen Proben von Konnerudkollen und Umgebung konnte er Indium nicht nachweisen.

Greenockit.

Greenockit ist ein gewöhnliches Zersetzungsprodukt der Zinkblende in den Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets. Ich habe das Mineral nirgends in größerer Menge gefunden, es bildet nur pulverige, gelbe Ueberzüge auf Klüften der Blende und des Nebengesteins. Das gelbe Pulver wird von starker Salzsäure gelöst. Folgende Vorkommen mögen erwähnt werden: Nysæter bei Grua, die Dale-Grube südlich von Konnerudkollen und Glomsrudkollen in Modum.

Magnetkies.

In genetischer Beziehung können zwei Arten von Magnetkiesvorkommen in unsern Kontaktzonen unterschieden werden, wie schon J. H. L. VOGT gezeigt hat (Arkiv f. Math. og Naturv., 9, 1884, p. 240).

Ein Teil des Magnetkieses, den wir in den Kontaktgesteinen antreffen, ist aus Schwefelkies des ursprünglichen Gesteins durch Reduktion entstanden, ein anderer Teil ist dagegen unzweifelhaft durch Zufuhr von Eisen und Schwefel gebildet worden.

Typische Vorkommen der ersten Art finden sich in allen kontaktmetamorphen Alaunschiefern. Der reichliche Schwefelkiesgehalt dieser Sedimente und die große Menge bituminöser Substanzen trugen beide zur Bildung von Magnetkies bei. Gewöhnlich findet man in kontaktmetamorphen Alaunschiefern den Magnetkies in dünnen Streifen parallel der Schichtung eingelagert. Derartige Vorkommen sind z. B. von BRÖGGER aus der Kontaktzone von Gunildrud beschrieben worden (»Die silurischen Etagen 2 u. 3«).

Auf den Erzlagerstätten des Kristianiagebiets ist zugeführter Magnetkies sehr gewöhnlich. Es seien beispielshalber einige Vorkommen erwähnt.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Magnetkies ist ein sehr häufiges Mineral in den Kontaktzonen von Hakedal. In den Erzimprägnationen im Kalkstein begleitet er die Zinkblende; stellenweise tritt massenhaft ein recht reiner Magnetkies auf. Als Begleiter der Zinkblende mag er vom Abortjern (Kirkebyfeld) erwähnt werden; ein paar alte Schürfe auf Magnetkies, die ich nicht selbst besucht habe, liegen weiter südlich bei Holterkollen.

Im Elsjöfeld findet sich Magnetkies in besonders großer Masse nahe bei Dalstjern. Die Zinkblende-Imprägnationen enden gewöhnlich mit einer Magnetkieszone gegen erzfreien Kalk.

In den umgewandelten Alaunschiefern bei Elsjökongen, Röraas und im Knephaugfeld ist Magnetkies allenthalben verbreitet. Teilweise ist er hier sicher auf Kosten des Schwefelkieses in den ursprünglichen Sedimenten entstanden. Ob und wieviel Magnetkies hier durch Zufuhr von Schwefeleisen gebildet ist, läßt sich schwer entscheiden; mir erscheint eine Zufuhr wahrscheinlich, da er besonders zusammen mit der sicher zugeführten Blende vorkommt.

Auf Röraas habe ich ganz gute Krystalle von Magnetkies gefunden, die zusammen mit schwarzer Zinkblende in einer Kalkspatader eingewachsen waren. Durch Behandlung mit Essigsäure ließen sich die Krystalle iso-

lieren. Einer war ringsum ausgebildet, er zeigte nur ein hexagonales Prisma und die Basis (Fig. 29). Ein anderer Krystall war flächenreicher, er zeigte neben $m \{10\bar{1}0\}$ und $c \{0001\}$ noch die Pyramide $z \{20\bar{2}1\}$ und eine flache Pyramide, die neue ¹ Form $r \{10\bar{1}4\}$. Zu genauen Messungen war der Krystall nicht geeignet, ich fand durch Schimmermessung:

| | Gemessen | Mittel | Berechnet ² |
|-------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| $(20\bar{2}1) : (0001)$ | 63 ⁰ | | |
| | 64,5 | | |
| | 64,5 | 64 ⁰ | 63 ⁰ 32' |
| $(10\bar{1}4) : (0001)$ | 13,5 | | |
| | 13,5 | | |
| | 15,5 | 14,2 | 14 0 |

Nur etwa die Hälfte des Krystalls ließ sich freilegen, auf Fig. 30 ist er ergänzt abgebildet.

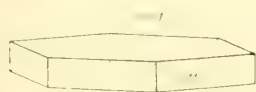


Fig. 29. Magnetkies,
 $\{10\bar{1}0\}$, $\{0001\}$,
Hakedal.

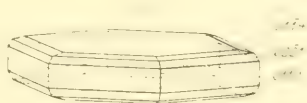


Fig. 30. Magnetkies,
 $\{10\bar{1}0\}$, $\{20\bar{2}1\}$, $\{10\bar{1}4\}$, $\{0001\}$,
Hakedal.

Auch in der Kontaktzone von Mistberget, südlich vom Mjösen, liegen einige Magnetkiesvorkommen, siehe J. H. L. VOGT (Nyt Mag. f. Naturv. 28, 1884, p. 215).

Auf der Zinklagerstätte von Nysæter bei Grua kommt Magnetkies in recht bedeutender Menge vor.

Kontaktzonen des Natrongranits.

BRÖGGER (»Die silurischen Etagen 2 u. 3«) erwähnt einen Schurf auf Magnetkies aus der Kontaktzone von Gunildrud, auch in den Zinkblendeschürfen auf dem Hamrefjeld kommt Magnetkies vor.

Kontaktzonen des Granitits.

Das bekannteste Vorkommen ist die sogenannte Henckels Kiesgrube westlich von der Narverud-Grube. Der Magnetkies von dort war schon gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts für seinen starken attraktorischen

¹ Nicht zu verwechseln mit der Form $\{10\bar{1}4\}$, welche Busz gefunden hat (siehe Zeitschr. f. Kryst. 28, 1897, p. 612). Busz wählte die Aufstellung mit verdoppelter Hauptachse ($c = 1,65022$).

² Aus $c : z = 63^0 32'$, ROSE.

Magnetismus bekannt (siehe HANS STRÖM, »Beskrivelse over Eger Præstegjæld«, 1784). Auch in mehreren andern Gruben derselben Gegend kommt Magnetkies vor.

Der Magnetkies der Kontaktlagerstätten enthält nur unbedeutende Mengen von Nickel. J. H. L. VOGT (Arkiv f. Math. og Naturv. 9, 1884, p. 240) gibt für verschiedene Vorkommen einen Gehalt an Ni + Co zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ 0/0 an.

Molybdänglanz.

Der Molybdänglanz gehört zu den häufigeren sulfidischen Erzen im Kristianiagebiet, wo er sich sowohl in der endomorphen, als auch in der exomorphen Kontaktzone findet.

Daß Molybdänverbindungen zu dem normalen Bestand unserer Tiefengesteine gehören, zeigt sich an dem häufigen Vorkommen des Molybdänglances als Drusenmineral in den Nordmarkiten.

An Orten intensiver Pneumatolyse ist er oft in ziemlicher (wenn auch wohl nirgends abbauwürdiger) Menge angereichert.

Im folgenden werde ich die mir bekannten Vorkommen aufzählen. Ueberall, wo eine Verwechslung mit Graphit möglich erschien, habe ich ihn chemisch geprüft. Die bequemste Reaktion besteht in dem Erhitzen des Minerals mit konzentrierter Schwefelsäure in einem Porzellantiegel; beim starken Erhitzen tritt blaues, sehr leicht kenntliches, Oxyd auf. Auch die Grünfärbung der Bunsenflamme ist sehr charakteristisch.

Der Molybdänglanz scheint die meisten der mittelsauren und sauren Tiefengesteine im Kristianiagebiet zu begleiten. Aus den Pegmatitgängen der Nephelinsyenite beschrieb ihn BRÖGGER (Z. K. 16). Im Akerit von Bærum findet er sich auf Quarzgängen (Samml. min. Inst.).

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Aarvold: Auf dem Axinitvorkommen an der Ostseite des Tals ist Molybdänglanz recht häufig. In den Apliten der Grenzzone bildet er rosettenartige Aggregate, deren Blätter oft stark verbogen sind. Auch im Kalksilikatfels trifft man ihn sehr oft. Hier tritt er in einzelnen dünnen Tafeln auf, die mitunter einen sechsseitigen Umriss erkennen lassen. Im Nordmarkitaplit ist er deutlich älter als die Feldspate. Im Kalksilikatfels ist er teils älter als die Silikate, teils jünger.

Hakedal: Im Knephaugfeld kommt er ziemlich reichlich vor, und zwar in den umgewandelten Kalkellipsoiden der Alaunschiefer (vergl. p. 49). Durch chemische Prüfung läßt er sich leicht von Graphit unterscheiden. Auch im Elsjöfeld kommt Molybdänglanz vor, so in geringer Menge im Vesuvian-führenden Kalk von Dalstjern.

Kontaktzonen des Granitits.

Hörtekollen: Auf dem Helvinvorkommen findet er sich ziemlich reichlich, schon H. C. STRÖM hat ihn beobachtet (Mag. f. Naturv. 7, 1826, p. 73). Auf Drusenräumen der Magnetit-Helvin-Flußspat-Masse kommen auch deutliche Krystalle von Molybdänglanz vor. Es sind 10 mm. breite, 1 mm. dicke sechseitige Tafeln, deren Randflächen allerdings nicht meßbar sind.

Konnerudkollen: Molybdänglanz kommt in den Gruben am Konnerudkollen nur in geringer Menge vor. Auf dem Erzvorkommen von Dalen muß er früher in größerer Menge vorgekommen sein; KJERULF (»Udsigt over det sydlige Norges geologi«, p. 64) erwähnt einen Molybdänglanz-Gang von diesem Vorkommen, der zuerst für Bleiglanz gehalten wurde. Ein Stück in der Sammlung des min. Inst. zeigte ein Gemenge von Bleiglanz und feinschuppigem Molybdänglanz. Nach VOGT (»Norges jernmalforek.«, 1910) soll Molybdänglanz auch auf der Eisengrube von Narverud auftreten.

Auch in mehreren Schürfen dieser Gegend, die an Diabasgängen liegen, soll Molybdänglanz gefunden sein; auch diese Vorkommen sind indirekt den Kontaktprodukten des Granitits zuzuzählen.

Im Jahre 1909 kamen Stücke von einem weiter südlich gelegenen Molybdänglanz-Vorkommen an das mineralogische Institut. Als Fundort wurde Bonnerud, Hjerptjern im Kirchspiel Ramnæs, angegeben. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß ein Greisen-ähnliches Gestein vorlag, das ganz mit kleinen Schüppchen von Molybdänglanz erfüllt war. Das Gestein bestand aus Quarz und Muskovit und erinnerte sehr an die Greisengänge von Glomsrudkollen. Ebenso wie diese führte es Schwefelkies (bis 1 cm. große Würfel). Akzessorisch treten Körner von Zirkon und Titanit auf.

Schwefelkies.

Der Schwefelkies ist zwar fast überall in unsern Kontaktzonen vorhanden, aber in quantitativer Beziehung spielt er keine sehr bedeutende Rolle und steht hinter dem Magnetkies zurück.

In manchen Fällen wird der ursprüngliche Schwefelkies der Sedimentgesteine unverändert in die Kontaktgesteine übernommen, meist wird er allerdings durch die Kontaktmetamorphose in Magnetkies umgewandelt (siehe diesen).

Auf den Kontakterzlagerstätten ist Schwefelkies sehr gewöhnlich, hier dürfte er so gut wie immer unter Stoffzufuhr entstanden sein.

Eine sehr große Verbreitung hat der Schwefelkies auch in den endomorphen Kontaktzonen, wo er vielerorts in ziemlich großen Mengen angereichert ist. Sowohl in den Grenzzonen des Nordmarkits, wie in denen des Granitits kenne ich viele Beispiele für derartige Schwefelkies-Anreicherungen bei sonst normalem Mineralbestand. Auch auf den Drusenräumen des Nordmarkits ist Schwefelkies allverbreitet, hier findet man an einzelnen Orten außerordentlich schöne und flächenreiche Krystalle.

Besonders wichtig ist der Schwefelkies in der Greisenfacies des Granitits, wie sie in der Gegend von Glitrevand, zwischen Lier und Modum, verbreitet ist. BRÖGGER (Z. K. 16, p. 76) beschrieb derartige Schwefelkiesgreisen von Gampaasen bei Glitrevand, auch weiter westlich, in der Gegend von Glomsrudkollen, finden sich derartige Gesteine. Im geologischen Teil (p. 87) habe ich das Auftreten der erzbringenden Quarzporphyrgänge beschrieben. An vielen Stellen zwischen Glomsrudkollen und Ilensæter sieht man an diesen Gängen eine intensive Umwandlung derart, daß aller Feldspat verschwunden ist und das Gestein nur aus Muskovit und Quarz besteht.

Schwefelkies findet sich in solcher Menge, daß er einen sehr wesentlichen Gesteinsgemengteil ausmacht, und zwar sind seine Krystalle stets allseitig ausgebildet und sehr vollkommen, wenn auch mitunter etwas kantengerundet.

Die Schwefelkieskrystalle haben gewöhnlich einen Durchmesser von 3–10 mm. An manchen Stellen der Gänge finden sich nur Würfel, oder Würfel mit dem gewöhnlichen Pyritoöder; an andern Stellen kommen flächenreichere Kombinationen vor. So sind in einem der dortigen Schürfe unzählige Schwefelkieskrystalle der folgenden Kombination im Greisen eingewachsen: $\{210\}$, $\{321\}$ herrschend, mit kleinen Flächen von $\{100\}$ und $\{111\}$.

An andern Stellen finden sich hier zahlreiche Schwefelkieskrystalle in normalem Quarzporphyr.

Auch in der exomorphen Kontaktzone von Glomsrudkollen ist Schwefelkies sehr verbreitet. Seine Krystalle sind teils in der schwarzen Zinkblende eingewachsen, teils liegen sie im grobkristallinen Kalkspat. Die oft 2 cm. großen Krystalle haben vollkommen ebene Flächen. Folgende Kombinationen habe ich beobachtet (die meisten Krystalle hat Herr Obersteiger BRONDER dem min. Inst. geschenkt). Würfel, z. T. mit Pyritoöder, Oktaöder teils mit ganz kleinen Pyritoöderflächen, teils dieselbe Kombination als Ikosaöder und endlich Kuboktaöder.

Andre Fundorte von Schwefelkies in den Kontaktlagerstätten brauche ich kaum aufzuzählen, es mögen noch die großen Kuboktaöder der Dale-

myr-Grube westlich von Konnerudkollen und die hübschen Pyritoöder von der Aaserud-Eisengrube erwähnt werden.

Das gewöhnliche Umwandlungsprodukt des Schwefelkieses ist Brauneisen, das dann oft hübsche Pseudomorphosen bildet, z. B. bei Glomsrudkollen. Im Quarzporphyr von Kjenner sind Schwefelkieswürfel durch zweimalige Kontaktmetamorphose in ein Aggregat von Eisenglanztafeln umgewandelt.

Kobaltglanz.

Auf mehreren der Kontaktlagerstätten von Magnetit kommt Kobaltglanz vor. Schon H. STRÖM (»Beskrivelse over Eger Præstegjæld«, 1784) erwähnt ihn von der Aaserud-Grube (südwestlich von Konnerudkollen). Später wird das Vorkommen von B. M. KEILHAU, TH. KJERULF und andern zitiert. In der Sammlung des min. Inst. befinden sich alte Stücke von der Aaserud-Grube und der Saasen-Grube (am Natrongranit zwischen Hamrefjeld und der Aaserud-Grube). An der Bestimmung als Kobaltglanz ist nicht zu zweifeln; ein Stückchen des Aaserud-Vorkommens gab starke Kobaltreaktionen.

Die Menge des Kobaltglanzes von Aaserud ist nach den älteren Beschreibungen vielleicht nicht ganz unbedeutend gewesen (siehe H. STRÖM, l. c.).

KJERULF (»Udsigt over det sydl. Norges geol. p. 64) gibt außerdem die Dalemyr-Grube als Vorkommen an.

Arsenkies.

Unter den sulfidischen Erzen der Kontaktlagerstätten dürfte Arsenkies an vielen Orten in geringer Menge vorkommen. Das einzige Vorkommen, an dem das Mineral in etwas größerer Menge angetroffen wurde, ist ein Schurf an einem Diabasgang bei Kroksæter, südlich von Hagatjern (Eker).

J. H. L. VOGT gibt von diesem Vorkommen kobalthaltigen Arsenkies an (Arkiv f. Mat. og Naturv. 9, 1884, p. 288). Eine von ihm eingesammelte Stufe in der Sammlung des min. Inst. zeigte kleine (ca. 5 mm.) Kristalle von Arsenkies in Quarz eingewachsen.

Der Arsenkies zeigte die Formen: $m \{110\}$, $e \{101\}$, $n \{012\}$, $t \{013\}$. Die Flächen m und t waren vorherrschend, letztere wie gewöhnlich stark gestreift. Die (nur approximativ meßbaren) Winkel stimmen mit den für Arsenkies gegebenen überein.

Kupferkies.

Kupferkies ist das verbreitetste Kupfererz in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets, es sollen hier nur beispielshalber einige Vorkommen aufgezählt werden.

Er begleitet den Magnetit auf den Eisenlagerstätten, den Bleiglanz auf den sulfidischen Kontaktlagerstätten und kommt an vielen Orten selbst als das herrschende Erz vor. Man findet ihn in unter den pneumatolytischen Produkten aller Tiefengesteine im Kristianiagebiet. Zusammen mit Zinkblende und Bleiglanz kommt er an der Südseite der Essexitmasse von Viksbergene vor, auch auf den Pegmatitgängen der Nephelinsyenite ist er nachgewiesen (vergl. BRÖGGER, Z. K. 16). In der Kontaktzone des Akerits von Vettakollen kommt er stellenweise so reichlich vor, daß auf Kupfer geschürft worden ist; es handelt sich um die gewöhnlichen Kontaktvorkommen in Kalkstein, der zu Andraditskarn geworden ist.

Seine Hauptverbreitung hat der Kupferkies in den Kontaktzonen des Nordmarkits und Granitits.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Von Kristiania bis an das Südende des Mjösen zieht sich eine fast zusammenhängende Reihe von Kupfervorkommen, die allerdings größtenteils ganz unbedeutend sind. Die Vorkommen bei Grorud sind schon im geologischen Teil kurz erwähnt (siehe p. 39), hier kommt der Kupferkies neben Kupferglanz und Buntkupfererz vor. Die meisten Vorkommen von Kupferkies in dieser Gegend bilden Spaltenfüllungen, die größtenteils als postmagmatische Thermalbildungen aufzufassen sind (vergl. J. H. L. VOGT, »Om dannelse av jernmalmforek«, p. 95). Diese Vorkommen liegen teils in umgewandelten Essexitlaven (hier mit Buntkupfererz und Kupferglanz), teils im benachbarten Grundgebirge. Eine Beschreibung derselben würde außerhalb des Rahmens dieser Arbeit fallen. An mehreren Stellen sind hier Krystalle von Kupferkies gefunden worden.

Unter den Vorkommen weiter nördlich mag die Kirkeby-Kupfergrube erwähnt werden, ein Vorkommen im Grundgebirge bei Hakedal.

Ein nach J. H. L. VOGT nicht unbedeutendes Vorkommen liegt in Feiring an der Westseite des Mjösen. Ich habe das Gebiet nicht selbst besucht, nach VOGT (Arkiv f. Mat. og Naturv. 9, 1884, p. 294) handelt es sich um Spaltengänge in Syenitporphyr, die Spalten sind mit Quarz, Kalkspat, Kupferkies und Schwefelkies erfüllt. Auch dieses Vorkommen gehört somit nicht zu den eigentlichen Kontaktlagerstätten, sondern ist wahrscheinlich als postmagmatische Thermalbildung aufzufassen.

Auch im Grundgebirge derselben Gegend liegen, wahrscheinlich genetisch verwandte, Kupfervorkommen.

Auf den typischen Kontaktlagerstätten des Nordmarkits kommt Kupferkies selten als herrschendes Erz vor.

Eine mehr isolierte Stellung in geologischer Beziehung nehmen einige Kupfervorkommen in Bærum ein. Der Kupferkies findet sich hier in Eruptivgängen, die gewöhnlich zur Ganggefolgschaft des Nordmarkits gerechnet werden. Die Gänge setzen in kontaktmetamorphen Essexitlaven bei Bærums Verk auf. Vielleicht gehören sie zu einem in der Tiefe verborgenen Nordmarkitlakkolithen, dem von BRÖGGER die Kontaktmetamorphose des Gebiets zugeschrieben wird.

Der Kupferkies findet sich als anscheinend primärer Bestandteil in diesen Gängen. Daß es sich aber nicht um normale magmatische Bildungen handelt ergibt sich aus dem hohen Gehalt des Gesteins an Epidot und Chlorit. Die Vorkommen unterscheiden sich jedenfalls von den gewöhnlichen Kontaktlagerstätten.

Kontaktzonen des Natrongranits.

In dem unter Zinkblende erwähnten Vorkommen vom Hamrefjeld kommt auch etwas Kupferkies vor.

Kontaktzonen des Granitits.

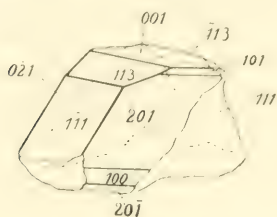
In den Gruben des Gjellebæk-Gebiets (vergl. p. 94 im geol. Teil) spielt Kupferkies eine bedeutende Rolle. In neuerer Zeit war sowohl auf der Buttedal-Grube, wie auf der alten Gjellebæk-Grube ein Versuchsbetrieb auf Kupferkies in Gang, der aber an beiden Stellen nach kurzer Zeit aufgegeben wurde. Auf der Halde der alten Gjellebæk-Grube sah ich rauhe sphenoidische Krystalle von Kupferkies, gewöhnlich kommt er nur derb mit Magnetit und etwas Wismutglanz in Andraditskarn vor. Auch auf der Kjenner-Grube kommt etwas Kupferkies vor (vergl. p. 101).

Die bedeutendsten Vorkommen von Kupferkies in den Kontaktzonen des Granitits liegen in der Gegend von Konnerud.

In den Gruben am Ostabhang des Konnerudkollen kommt Kupferkies stellenweise in recht großer Menge vor. Neben Bleierzen wurden in den letzten Jahren stellenweise reiche Kupfererze gebrochen.

Auf der Halde des Kontaktstollens fand ich im Sommer 1909 ausgezeichnete Krystalle von Kupferkies, wohl die besten, die bis jetzt aus dem Kristianiagebiet bekannt geworden sind. Die winzigen (meist nur 1—2, selten 5 mm. großen) Krystalle sind auf drusigen Massen von Kalkspat und Flußspat aufgewachsen.

Die günstige Flächenbeschaffenheit der Krystalle erlaubte genauere Messungen, als es gewöhnlich bei Kupferkies der Fall ist. Es sollen hier



einige Messungen an besonders gut ausgebildeten Einzelkrystallen wiedergegeben werden.

Krystall I: Ca. 1 mm. großes Krystallbruchstück mit den Flächen: c {001}, a {100}, e {101}, z {201}, p' {111}, x {113}.

Fig. 31. Kupferkies,
{001}, {100}, {101}, {201}, {111}, {113},
Konnerudkollen.

Der Krystall ist auf Fig. 31 abgebildet.

Folgende Winkel wurden gemessen (die berechneten Winkel, nach HINTZES Handbuch, entsprechen HAIDINGERS Achsenverhältnis 1 : 0,98525).

| | Gemessen | Berechnet |
|----------------|----------|-----------|
| (111) : (001) | 54° 19' | 54° 20' |
| (113) : (001) | 24 53 | 24 55 |
| (113) : (201) | 47 31 | 47 28 |
| (001) : (201) | 63 7 | 63 6 |
| (001) : (101) | (44 59) | 44 35 |
| (201) : (100) | (26 19) | 26 53 |
| (201) : (201̄) | (53 34) | 53 46 |

Krystall II: Dieser, etwa 2 mm. große, Krystall ist durch seine unsymmetrische Entwicklung bemerkenswert, er erinnert an die scheinbar rhombischen Kupferkieskrystalle aus Japan, die BECKENKAMP beschrieben hat (Z. K., 43, 1907, p. 43).

Folgende Formen wurden beobachtet: c {001}, z {201}, p {111}, p' {111}, x {113}. Der Krystall war ebenfalls zu genauen Messungen geeignet, ich fand:

| | Gemessen | Berechnet |
|---------------|----------|-----------|
| (111) : (001) | 54° 19' | 54° 20' |
| (113) : (001) | 24 57 | 24 55 |
| (113) : (001) | 24 58 | — — |
| (113) : (111) | 29 13 | 29 15 |

Dieser Krystall ist auf Fig. 32 abgebildet, er entspricht in seiner scheinbar rhombischen Entwicklung völlig BECKENKAMPS Fig. 10 (l. c.).

Auch ein dritter Krystall, den ich maß, zeigte denselben Habitus, er erlaubte aber keine so genaue Messungen, wie die zwei vorigen.

Ueberhaupt ist der scheinbar rhombische Typus unter dem mir vorliegenden Material dieses Fundorts keineswegs selten, unter den $\{001\}$, $\{201\}$, $\{111\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{1\bar{1}3\}$, Einzelkrystallen ist er entschieden vorherrschend. Mitunter beobachtet man Verschiedenheit in der Flächenbeschaffenheit zwischen den oberen und unteren Flächen von $p'\{1\bar{1}1\}$. Die (kleinen) oberen zwei Flächen sind nur in der Richtung der Basiskante gestreift, die unteren (großen) Flächen zeigen trianguläre Streifung, erstens parallel der Basiskante, zweitens parallel den Kanten gegen die zwei unteren Flächen von $p\{111\}$.

A. HIMMELBAUER (Tschermaks min. petrogr. Mitt. 27, 1908, p. 327) zeigte vor kurzem, daß die Aetzfiguren des Kupferkieses der gewöhnlich angenommenen tetragonalen Symmetrie entsprechen. Es wäre gewiß von Interesse, die scheinbar rhombischen Krystalle von Konnerudkollen zu ätzen, mit Rücksicht auf das spärliche Material mußte ich aber vorläufig von einer solchen Untersuchung absehn.

Die Oran-Grube hat nicht unbedeutende Mengen von Kupferkies geliefert. Etwa centimetergroße Krystalle kamen in Kalkspat zusammen mit Flußspat vor. Einige hübsche Krystalle von dort wurden dem min. Inst. durch Herrn Bergingenieur H. HORNEMANN geschenkt. Dieselben zeigen die Formen $c\{001\}$, $p\{111\}$, $p'\{1\bar{1}1\}$. Beide Sphenoide sind gleich stark entwickelt, ein Unterschied zwischen Ober- und Unterseite konnte nicht wahrgenommen werden. Ein Krystall war prismatisch verlängert, er zeigte außer den oben angeführten Formen noch stark horizontal geriefte Flächen des Prismas $m\{110\}$. Ueber die Kupferproduktion der Gruben siehe p. 78.

In der weitem Umgebung von Konnerudkollen ist Kupferkies allgemein verbreitet. Es seien hier nur noch die Kupferkiesgänge von Hagatjern erwähnt (siehe p. 86). Auch auf der Eisengrube von Narverud kommt Kupferkies häufig vor.

Auf den Zinklagerstätten von Aaserud und Rien ist Kupferkies sehr spärlich, an vielen der Vorkommen fehlt er vollständig. Auf Glomsrudkollen ist seine Menge ebenfalls ziemlich unbedeutend, soll aber nach der Tiefe zunehmen.

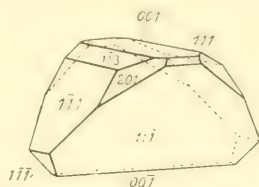


Fig. 32. Kupferkies.
Konnerudkollen.

Buntkupfererz.

Buntkupfererz ist in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets viel seltener als Kupferkies. Die wichtigsten Vorkommen liegen am Nordmarkit in der Gegend nördlich von Grorud, wo Buntkupfererz zusammen mit Kupferglanz und Kupferkies vorkommt (vergl. die Angaben unter diesen beiden Mineralien). Außer auf Spaltengängen findet es sich auch am Rand der großen Silurscholle von Grussletten (vergl. p. 39).

Auch in den Kontaktzonen des Granitits kommt Buntkupfererz vor, am reichlichsten wohl in den Gruben am Ostabhang des Konnerudkollen. An Menge tritt es hier aber gegen Kupferkies zurück, teilweise ist das Buntkupfererz hier vielleicht sekundär auf Kosten von Kupferkies gebildet.

Als höchstwahrscheinlich primäres Mineral kommt Buntkupfererz auf den Ekholt-Gruben vor (siehe p. 81). Es wird hier von Kupferglanz begleitet (siehe diesen). Das Buntkupfererz bildet stellenweise sehr reine Klumpen, an ausgesuchtem Material bestimmte ich das spezifische Gewicht. An 1,4099 g. fand ich bei 19,8° C. die Dichte 5,094, was mit den für Buntkupfererz angegebenen Werten völlig übereinstimmt. Auf frischem Bruch ist das Buntkupfererz von den Ekholt-Gruben tombakbraun gefärbt, an der Luft läuft es aber schnell an. Eine quantitative Bestimmung ergab 61,46 % Cu.

Fahlerz (?)

Es finden sich mehrere ältere Angaben über das Vorkommen von Fahlerz in den Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets, so z. B. bei J. H. L. VOGT («Om dannelse av jernmalmforekomster», p. 70 u. 96). Bis jetzt ist das Mineral niemals mit Sicherheit nachgewiesen. Das Vorkommen von Konnerudkollen erscheint aber keineswegs unwahrscheinlich.

Rotzinkerz (?)

Dieses Mineral habe ich nur einmal beobachtet, und zwar in einem Dünnschliff von Marmor aus der Zinklagerstätte von Glomsrudkollen in Modum. Das Rotzinkerz bildet unregelmäßige Körner von Millimetergröße, es hat ungemein starke Lichtbrechung, dem Titanit vergleichbar; das Mineral ist einachsigt positiv, Doppelbrechung etwa zweimal so hoch wie bei Quarz. Die Farbe im Dünnschliff ist hellbraun.

Die optischen Eigenschaften deuten mit Bestimmtheit auf Rotzinkerz, makroskopisch habe ich das Mineral nie finden können.

Wismutocker.

Auf zersetztem Wismutglanz der Grube von Kjenner findet man schwefelgelbe pulverige Krusten, die wohl aus Wismutocker bestehn. Solche Zersetzungsprodukte wurden wesentlich nahe der Tagesoberfläche gefunden, es sind jedenfalls ganz junge sekundäre Bildungen.

Eisenglanz.

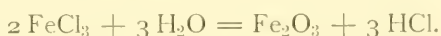
In ganz untergeordneter Menge dürfte Eisenglanz in manchen Hornfelsen des Kristianiagebiets vorkommen, er ist hier aber noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Sehr häufig ist er dagegen in den pneumatolytischen Kontaktgesteinen. Der Eisenglanz tritt in Menge hinter Magnetit zurück, die Zahl der Fundorte ist aber eine sehr bedeutende.

An fast allen Magnetitvorkommen findet sich auch etwas Eisenglanz, derartige Vorkommen werde ich im folgenden nicht näher aufzählen.

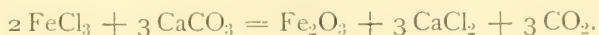
In Bezug auf die Entstehung kann man drei Hauptgruppen von Vorkommen unterscheiden:

1. Spaltenfüllungen in Kontaktzonen. Dieselben sind sicher größtenteils nach folgendem Schema gebildet:



Das zu dieser Reaktion notwendige Wasser braucht nicht immer magmatischen Ursprungs zu sein, gerade in den großen Verwerfungsspalten mag das Eisenchlorid mit vadosem Wasser in Reaktion getreten sein. Ein Beispiel für ein Vorkommen von diesem Typus ist Isi in Bærum.

2. Metasomatische Anreicherungen im Kalk (respektive Andraditfels), gebildet nach dem Schema:



Beispiel: Aaserud südlich von Drammen.

3. Eisenglanz in pneumatolytisch veränderten Grenzzonen der Eruptivgesteine, an der Grenze gegen Kalk. Beispiel: das Zinkvorkommen von Rien in Sande. Auch diese Vorkommen sind sicherlich durch Wechselwirkung von Eisenhalogenid und Kalk gebildet.

Außerdem findet sich Eisenglanz in geringer Menge als Absatz wässriger Lösungen.

Im folgenden seien einige typische Vorkommen beschrieben.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Hakedal: Auf der Grube Erdmann im Elsjöfeld findet man im Granatfels zahllose dünne Blätter von Eisenglanz (Vorkommen mit Entstehungsweise 2). Bei näherer Untersuchung erwies sich der Eisenglanz pseudomorph zu Magnetit umgewandelt. Wir haben hier also ein Gegenstück zur Martitbildung aus Magnetit.

Grua, Hadeland: Magnetit ist stellenweise auf der Zinkgrube von Nysæter reichlich vorhanden. Er tritt besonders gern in den Quarzgängen auf und dürfte in Bezug auf seine Entstehung zur Gruppe 3 gehören.

Auf den Uraliten vom Grua Tunnel findet man oft Eisenglanz in aufgewachsenen centimetergroßen Krystallen. Es sind rauhe Tafeln (Basis und ein Rhomboëder). Auch diese sind in allen von mir untersuchten Fällen in Magnetit umgewandelt.

Es mag noch bemerkt werden, daß Eisenglanz in dünnen Tafeln ein sehr gewöhnliches Drusenmineral im Nordmarkit ist.

Kontaktzonen des Granitits.

Gegend südlich von Drammen: Das wichtigste Vorkommen ist die Grube von Aaserud, der alte Aaserud-Schurf, wo Eisenglanz das hauptsächlichste Eisenerz ist. Das Vorkommen ist jetzt außer Betrieb, auf den Halden findet man schöne großblättrige Rosetten von Eisenglanz im braunen Andraditfels eingewachsen. Eine alte Analyse des Erzes von Aaserud, welche Prof. HIORTDAHL 1876 ausgeführt hat, ist bei Prof. VOGT wiedergegeben (»Norges Jernmalmforekomster«, Geol. Unders. Skrifter 51, 1910):

| | |
|--|--------|
| SiO ₂ | 16,03 |
| Al ₂ O ₃ | 1,50 |
| Fe ₂ O ₃ | 68,13 |
| FeO | Spur |
| CaO | 10,91 |
| P ₂ O ₅ | 0,11 |
| S | 0,14 |
| Glühverlust (CO ₂) . . | 3,99 |
| | 100,81 |
| — O = S | 0,05 |
| | 100,76 |

Es ist also ein Gemenge von Eisenglanz, Andradit, Quarz und Kalkspat.

Bei der Zinklagerstätte von Rien bildet Eisenglanz den wesentlichsten Gemengteil in einer merkwürdigen Grenzfacies des Granitits. Das Gestein besteht aus Alkalifeldspaten, Eisenglanz und Flußspat. Der Eisenglanz ist zuerst krystallisiert und bildet schöne Rosetten centimetergroßer Blätter. Stellenweise besteht das Gestein nur aus diesen Eisenrosen mit einer untergeordneten Zwischenklemmungsmasse von Alkalifeldspat und Flußspat. Das Gestein muß als eine pneumatolytische Grenzfacies des Granitits aufgefaßt werden, mit dem es durch Uebergänge verbunden ist. Das Eisenglangzgestein ist vor dem normalen Granititgestein erstarrt, es ist also im Gegensatz zum Greisen nicht ein Umwandlungsprodukt eines schon erstarrten Gesteins. Oft findet man scharfkantige Bruchstücke des Eisenglangzgesteins im Granitit (vergl. p. 65 im geol. Teil). Dieses Eisenglangzgestein ist höchstwahrscheinlich durch Einwirkung von Eisenfluorid auf den unmittelbar angrenzenden Kalkstein gebildet, und zwar vor der Erstarrung des Granitits. Dadurch entstanden Fluorit und Eisenglanz. Auch im andraditisierten Kalkstein von Rien ist Eisenglanz (mit Fluorit) sehr häufig.

Ganz analog hiermit ist das Vorkommen von Eisenglanz mit Fluorit in der Grenzzone des Granitits von Aaserud (vergl. unter Flußspat). Auch hier grenzt der Eisenglanz-Fluorit-führende Granitit direkt an Kalkstein. Hier war aber der Granitit schon teilweise erstarrt, ehe die Fluoritisierung stattfand.

Auf Drusenräumen der Kalkspatgänge von Konnerudkollen findet man oft ausgewachsene Tafeln von Eisenglanz. Ich habe niemals meßbare Randflächen beobachtet. In den Andraditmassen von Konnerudkollen ist Eisenglanz stellenweise recht reichlich vorhanden. Auf den Ekholt-Gruben ist er sehr häufig (Bildungsweise 2).

Zwischen dem Teich Stordammen bei Konnerudkollen und den Dalegruben liegt ein kleiner Schurf neben einem Diabasgang im devonischen Sandstein. Außer Zinkblende findet sich reichlich Flußspat, Eisenglanz und Epidot. Eisenglanz ist das älteste Mineral, das Vorkommen entspricht wohl der Bildungsweise 1 (vielleicht ist es aus wässriger Lösung abgesetzt).

Glomsrudkollen: Auf einem der südlichsten Schürfe trifft man auf Spalten im Granatfels große Tafeln von Eisenglanz; bestimmbare Randflächen sind nicht vorhanden.

Eisenglanz tritt lokal auch im Greisen zwischen Ilen Sæter und Glomsrudkollen auf. Der Eisenglanz scheint den sonst gewöhnlichen Schwefelkies zu ersetzen (vergl. p. 87). Dieses Vorkommen ist wohl durch Umsetzung von Eisenhalogenid und Wasser entstanden.

Hörtekollen: Auf Grubeaasen, nordwestlich von Hörtekollen, liegen ein paar alte Schürfe, das Erz ist Eisenglanz auf Spalten im Granatfels; das Vorkommen entspricht wohl der Entstehungsweise 2.

Isi, Bærum: Wie schon im geologischen Teil erwähnt ist (p. 19), zeigen die Gesteine von Bærum eine deutliche Kontaktmetamorphose. Man hat dies einem unter Tage liegenden Lakkolithen zugeschrieben, gewöhnlich nahm man ein Nordmarkitgestein an. Es könnten vielleicht auch Ausläufer des Granitits von Gjellebæk-Røken in Frage kommen. Längs den großen Verwerfungsspalten in Bærum treffen wir deutliche pneumatolytische Kontakterscheinungen, wie zum Beispiel die Eisenglangzgänge von Isi. Die geologischen Verhältnisse sind unter Helvin geschildert. Der Eisenglanz findet sich auch weiter südöstlich in der Fortsetzung derselben Verwerfungslinie, sowie an zahlreichen andern Stellen längs den Spaltenverwerfungen von Bærum. Gewöhnlich findet sich lockerer Eisenglanz als Hauptmineral in den Spalten selbst, an andern Stellen hat er das Nebengestein imprägniert. Diese Imprägnation hängt nicht mit metasomatischen Prozessen zusammen, Gesteine aller Art werden längs den Spalten mit Eisenglanz erfüllt.

Diese Vorkommen sind unzweifelhaft durch Wechselwirkung von Eisenhalogenid und Wasser entstanden. J. H. L. Vogt nahm eine solche Bildungsweise für alle Eisenlagerstätten des Kristianiagebiets an (»Om dannelse av jernmalforekomster«); für die mit Kalkstein verknüpften Vorkommen erscheint mir aber eine Entstehung durch *metasomatische Pneumatolyse* weit wahrscheinlicher (siehe im petrographischen Teil p. 211).

Titaneisen.

Unter den opaken Erzen der Tonschieferhornfelse kommt wohl mitunter auch Titaneisen vor; sicher findet es sich in gewissen kontaktmetamorphenen Gesteinen der Essexitreihe (vergl. p. 178). Die Eisenerze der Kontaktlagerstätten sind fast frei von Titansäure, nur das Erz der längst niedergelegten Langgaards Grube im Skreiagebiet am Mjösen soll titanhaltig sein (nach Vogt »Om dannelse av jernmalforekomster«, p. 78).

Magnetit.

In den gewöhnlichen Hornfelsen kommt Magnetit nicht selten vor, seine Menge ist aber nur gering, kaum über 1–2 % (vergl. im petrogr. Teil die Hornfelse der Klassen 3–7 und die Amphibol-Hornfelse). In diesen Gesteinen bildet er meist Oktaëder.

Auf den Kontakterzlagerstätten ist Magnetit sehr häufig, er ist das wichtigste Eisenerz auf denselben; neben Zinkblende ist er das verbreitetste der Kontakterze.

Für den Verlauf der Eisenzufuhr bei den Magnetitlagerstätten kommen verschiedene Möglichkeiten in Betracht.

1. J. H. L. VOGT (»Om dannelsen af jernmalforekomster«) vermutete, daß der Magnetit durch doppelte Umsetzung von Eisenhalogenid und Wasser entstanden ist, etwa entsprechend der bekannten Zinnsteinsynthese. Diese Hypothese vermag es nicht zu erklären, daß der Magnetit so gut wie ausschließlich in Kalksteinen angereichert ist.
2. Man könnte annehmen, daß der Magnetit durch Umsetzung von Eisenhalogenid und Kalk entstanden ist, derart, wie es für Eisenglanz sehr wahrscheinlich ist (siehe diesen oben).
3. Eine Hypothese, welche die beiden vorigen kombiniert, ist von LEITH und HARDER aufgestellt worden (vergl. p. 252, Anm. 1). Sie nahmen an, daß Eisenchlorür und Wasser erst dann zur Reaktion kommen, wenn sie an Kalkstein gelangen, der die entstehende Salzsäure neutralisieren kann.
4. Eine weitere Möglichkeit wäre, daß Magnetit, entsprechend EBELMENS Synthese, durch Umsetzung von Eisensilikat und Kalk entstanden ist. Man könnte denken, daß der Kalk auf diese Weise Eisen direkt aus dem angrenzenden Schmelzfluß angereichert hätte. Dann müßten wir aber erwarten, Kontaktlagerstätten von Eisenerzen vorzugsweise an basischen, eisenreichen Tiefengesteinen zu finden, was nicht der Fall ist.

Die unter 2 und 3 aufgeführten Hypothesen sind gewiß die wahrscheinlichsten. Es ist aber auffällig, daß Halogenmineralien an vielen Magnetitlagerstätten der Kontaktzonen fast vollständig fehlen. An Lagerstätten von Eisenglanz finden wir dagegen sehr oft Flußspat (siehe Flußspat).

In solchen Fällen, wo Halogenmineralien nicht nachweisbar sind, muß man wohl annehmen, daß Chlorpneumatolyse stattgefunden hat, während die Bedingungen zur Skapolithbildung nicht erfüllt waren.

Ob die Anreicherung des Magnetits nach dem unter 2 dargelegten Schema stattgefunden hat, oder ob Wasser dabei beteiligt war (entsprechend der Theorie von LEITH und HARDER), läßt sich schwer entscheiden. Ich möchte glauben, daß die Entstehung von Magnetit durch direkte Umsetzung von Eisenhalogenid und Kalk am wahrscheinlichsten ist. Unter welchen

Bedingungen dabei Magnetit entsteht, unter welchen Eisenglanz, ist aber keineswegs aufgeklärt.

Die geologischen Beobachtungen deuten auf eine höhere Temperatur bei der Entstehung von Magnetit; die Magnetitvorkommen liegen nämlich immer sehr nahe der Eruptivgrenze, die Vorkommen von Eisenglanz gehen mitunter bis in den äußeren Kontakthof.

Jedenfalls darf aber die Entstehung der allermeisten Kontaktlagerstätten von Magnetit und Eisenglanz durch *metasomatische Pneumatolyse* als sichergestellt betrachtet werden.

Der Magnetit ist früher auf zahlreichen Gruben als wichtiges Eisenerz abgebaut worden, heute sind die meisten der kleinen Lagerstätten, deren Erz oft durch Sulfide verunreinigt ist, nur noch von theoretischem Interesse.

Im folgenden werde ich die wichtigsten Magnetitvorkommen in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets kurz aufzählen.

Kontaktzonen des Akerits.

Am Ostabhang von Vettakollen, nördlich von Kristiania, liegt eine alte Magnetitgrube, Magnetit ist auch das herrschende Erz in den kleinen Schürfen weiter südwestlich.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Hier sind besonders die großen alten Eisengruben im Skreiegebiet am Mjösen zu erwähnen. Diese Vorkommen lagen außerhalb meines Arbeitsgebiets, eine Beschreibung findet sich in J. H. L. VOGTS »Norske ertsforekomster, I« (Arkiv f. Math. og Naturv. 9, 1884) und »Om dannelse af jernmalmforekomster« (Norges geol. unders. skr. 1892). Hier finden sich auch zahlreiche Angaben über die anderen Eisenlagerstätten im Kristianiagebiet.

Von der Nord-Grube im Skreia-Gebiet gibt VOGT (Arkiv f. Math. og Naturv. 9, 1884, p. 239) Krystalle von Magnetit an (Oktaëder).

Auf den Zinklagerstätten von Hakedal kommt Magnetit stellenweise vor, in der Grube Erdmann im Elssjöfeld (siehe p. 48) finden sich hübsche Oktaëder eingewachsen in Kalkspat.

Bei der Bahnstation Grua liegen ein paar alte Magnetitgruben, nach denen der Ort benannt ist. Auch auf der Zinklagerstätte von Nysæter bei Grua kommt Magnetit in ziemlicher Menge vor.

In den großen Silurschollen im Nordmarkit von Nordmarken ist hier und da auf Magnetit geschürft worden.

Kontaktzonen des Natrongranits.

Längs der Nordgrenze des Natrongranitgebiets von Ekern liegt eine Anzahl verlassener Eisengruben, die ich nicht selbst besucht habe. Es sind dies die folgenden: Rökeberg, Besseberg, Saasen und Korsegaard.

Kontaktzonen des Granitits.

Gegend von Drammen: Hier liegen einige nicht unbedeutende Magnetitvorkommen. Die wichtigsten sind die von Narverud, Dalemyr und Nikkerud. Die Lagerstätten sind im geol. Teil beschrieben (siehe p. 83).

Heutzutage ist nur noch die Narverud-Grube in Betrieb. Folgende Analysen¹ geben eine Uebersicht über die durchschnittliche Zusammensetzung des Erzes.

| | | | | |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Fe | 55,49 | 44,53 | 41,67 | 39,00 |
| Cu | 0,54 | 0,05 | 0,05 | 0,07 |
| S | 1,16 | 0,71 | 0,25 | 0,91 |
| P | 0,009 | 0,007 | 0,011 | 0,031 |
| TiO ₂ | Spur | Spur | 0,17 | 0,49 |

Eine alte Analyse von Prof. HIORTDAHL (bei VOGT, l. c.) zeigt eine ähnliche Zusammensetzung (mit etwa 3 % Tonerde aus Schichten von Mergelhornfels, die mit der Magnetit-Andradit-Masse wechsellagern).

Auf der Lagerstätte von Narverud kommen stellenweise Krystalle von Magnetit vor; ich fand Rhombendodekaëder von etwa 2 cm. Durchmesser.

Weiter südlich in der Gegend von Rien liegen einige unbedeutende Vorkommen von Magnetit, auch auf der Zinklagerstätte von Rien findet man Klumpen von Magnetit im Granatfels.

Glomsrudkollen: In der Umgebung der Zinklagerstätten liegen ein paar alte Eisengruben. Das Erz ist Magnetit mit starker Beimengung von Schwefelkies. Auch auf dem Zinkvorkommen findet sich Magnetit stellenweise reichlich, mitunter in deutlichen Oktaëdern.

Hörtekollen: Das Helvinvorkommen ist ursprünglich ein alter Schurf auf Magnetit. Dieser findet sich, wie im geologischen Teil beschrieben ist, in einer kleinen isolierten Silurscholle, begleitet von reichlichem Flußspat und viel Helvin. Auf Drusenräumen der Kalksilikatknollen von Hörtekollen sind kleine Magnetitoktaëder nicht gerade selten.

Gegend von Gjellebæk: In der großen Andraditskarnmasse von Buttedal-Gjellebæk liegen mehrere alte Gruben, die früher teils auf Magnetit, teils auf Kupferkies abgebaut wurden.

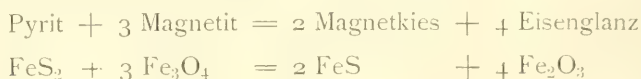
¹ Nach J. H. L. VOGT („Norges jernmalforekomster“ p. 182).

Der Magnetit ist den andraditisierten Kalksteinen gewöhnlich in Streifen parallel der Schichtung eingelagert. Oft kann man sogar im Handstück diese Anordnung in Streifen wahrnehmen, vergl. die Abbildung, welche J. H. L. Vogt gegeben hat (*Om dannelsen af jernmalmsforek.*, p. 80).

Der Magnetit von Gjellebæk zeigt mitunter Krystallbegrenzung (Oktaëder mit Rhombendodekaëder).

Betrachtet man die Eisenerzminerale vom Standpunkt der Phasenregel (siehe p. 123, Anm. 1), so kommt für die Kontaktlagerstätten das Dreistoffsystem *Eisen, Sauerstoff, Schwefel* in Betracht. Wir haben hier vier mögliche Mineralien (wenn man vom Eisensulfat absieht, das bei hohen Temperaturen nicht existenzfähig ist), nämlich Eisenglanz, Magnetit, Schwefelkies und Magnetkies. Von diesen vier Mineralien können *höchstens je drei* stabil nebeneinander vorkommen (abgesehen von der singulären Temperatur des Umwandlungspunkts).

Wir können die vier Mineralien durch folgende Gleichung¹ verknüpfen:



Nach der mineralogischen Erfahrung ist die linke Seite der Gleichung das stabile System bei der Temperatur und dem Druck, bei denen die Kontaktlagerstätten entstanden sind; wir finden niemals Eisenglanz neben Magnetkies.

Als stabile Kombinationen von je drei Mineralien hätten wir demnach:

Pyrit, Magnetit, Eisenglanz und
Pyrit, Magnetit, Magnetkies.

Quarz.

Die Quarze unsrer Kontaktzonen bieten manches von Interesse. Nach ihrer Genesis mag man zwei Arten von Vorkommen unterscheiden: 1. die Quarze, die dem Material des umgewandelten Sediments entstammen; 2. Quarze, die (auf Erzlagerstätten) zugeführt sind. Die Quarze der ersten Kategorie sollen in drei gesonderten Abschnitten kurz besprochen werden: Quarze der Hornfelse, Quarze der umgewandelten Sandsteine, Quarze der umgewandelten Kalksandsteine.

¹ Ich habe der Einfachheit halber Magnetkies gleich FeS gesetzt; nehmen wir eine beliebige andre Magnetkiesformel an, etwa Fe_7S_8 , so gilt natürlich dieselbe Gleichung nach Multiplikation der einzelnen Mineralien mit bestimmten Faktoren.

Quarze der Hornfelse.

Die ursprünglichen Tonschiefer lassen im Dünnschliff oft eckige Quarzkörner erkennen. Der größte Teil des Quarzgehalts ist aber in äußerst kleinen Körnern enthalten, die sich im Dünnschliff nicht mehr sicher identifizieren lassen. Bei der Kontaktmetamorphose wachsen die Quarzkörner und bilden größere einheitliche Individuen. Es ist dies ein Akt der Sammelkrystallisation, vergl. F. RINNE und H. E. BOEKE (Tschermaks min. petogr. Mitt. 27, 1908, p. 393); nach CURIES Prinzip wachsen die größten Quarzkörner auf Kosten der andern. In den Hornfelsen der innersten Kontaktzone erreichen die einzelnen Quarzkörner dann Dimensionen von einem Millimeter oder mehr. Die Quarzkörner bilden in sehr vielen Hornfelsen gleichsam eine Grundmasse, welcher die anderen Mineralien eingelagert sind. Sie sind im höchsten Grad poikilitisch durchlöchert und enthalten als Einschlüsse fast den ganzen übrigen Mineralbestand des Gesteins, derart, daß der Quarz oft wie ein Gerüst erscheint. Die einzelnen Quarzkörner stoßen meist mit Pflasterstruktur aneinander, weniger oft beobachtet man eine leichte Verzahnung der einzelnen Quarzindividuen. Undulierende Auslöschung habe ich niemals an Quarzen in Hornfelsen des Kristianiagebiets beobachtet. Die hier mitgeteilten Beobachtungen gelten für Quarze aus Hornfelsen aller von mir untersuchten Kontaktzonen. Der größte Quarzgehalt ist durchschnittlich in den Hornfelsen der Klassen 1—4 zu finden.

Quarze der umgewandelten Sandsteine.

Von umgewandelten Sandsteinen habe ich besonders den devonischen Sandstein, den Old red, untersucht. Das unveränderte Gestein besteht größtenteils aus Quarz, die eckigen Körner des Minerals zeigen gewöhnlich sehr stark undulierende Auslöschung. In den mehr oder weniger stark umgewandelten Sandsteinen behalten die Quarzkörner ihre unregelmäßig eckige Form, die Quarze liegen in einer Grundmasse aus umgewandelter toniger Substanz. Der auffälligste Zug an den Quarzen der kontaktmetamorphen Sandsteine ist das *Fehlen der undulierenden Auslöschung*. Ich habe dies an sehr vielen Vorkommen gefunden, offenbar werden innere Spannungen und Verschiebungen in den Quarzkörnern bei der Kontaktmetamorphose ausgeheilt. Ich untersuchte Dünnschliffe von folgenden Fundorten des nicht metamorphen Sandsteins (die Schliffe stammen größtenteils noch aus KJERULFS Zeit):

Tyri fjord (Ringerike), Lærp (Skoger), Holmestrand, Falkensten (Horten), Tanum (Bærum), Kolsaas (Bærum). Von vielen Vorkommen untersuchte ich mehrere Dünnschliffe. Die Quarzkörner aller dieser Gesteine

zeigten zum Teil sehr stark undulierende Auslöschung. Dies kommt natürlich daher, daß die Quarzkörner größtenteils aus archaischen, regional-metamorphen Gesteinen stammen. Die Sandsteine selbst sind nicht regionalmetamorphosiert worden. Kontaktmetamorphe Quarzsandsteine untersuchte ich von folgenden Vorkommen:

Konnerudkollen (eine große Anzahl von Dünnschliffen, acht einzelne Vorkommen umfassend), Holmestrand (Stücke von der unmittelbaren Grenze gegen Granit, gesammelt von Prof. BRÖGGER), Gegend von Isi, Bærum (auch davon wurden zahlreiche einzelne Schliffe untersucht).

In allen diesen kontaktmetamorphen, devonischen Sandsteinen zeigen die Quarzkörner einheitliche Auslöschung. Bei der erhöhten Temperatur während der Metamorphose sind wohl die labilen Zustände in den Quarzkörnern aufgehoben worden, und die ursprüngliche homogene Orientierung hat sich zurückgebildet.

Quarze der umgewandelten Kalksandsteine.

In umgewandelten Kalksandsteinen trifft man meistens unregelmäßig geformte Quarzkörner, den Rest der Sandkörner, in einer Grundmasse von Kalkspat und Wollastonit.

In einigen seltenen Fällen sind die Quarzkörner von Krystallflächen begrenzt. Das schönste Beispiel bietet ein durch Nordmarkit umgewandelter Kalksandstein von Mistberget bei Eidsvold (das Stück ist von Prof. Vogt eingesammelt). Im Kalkspat, welcher der Hauptbestandteil des Gesteins ist, liegen dünne Stengel von Wollastonit und idiomorphe Individuen von Quarz. Bei näherer Betrachtung zeigt der Quarz einen interessanten Aufbau. Den Kern bildet ein unregelmäßig begrenztes Korn (offenbar ein ursprüngliches Sandkorn), seine Grenze ist durch eine Schicht gekennzeichnet, die reich an Einschlüssen von kleinen Kalkspatkörnern ist. Um diesen Kern folgt in paralleler Orientierung eine Quarzhülle mit der gewöhnlichen äußern Begrenzung des Quarzes.

Quarze der Kontakterzlagerstätten.

Unter den Substanzen, die bei der metasomatisch-pneumatolytischen Umwandlung von Kalksteinen reichlich zugeführt werden, befindet sich auch die Kieselsäure. In manchen Fällen mögen auch wässrige Lösungen für den Kieselsäuretransport von Bedeutung gewesen sein, hauptsächlich in den letzten Stadien der Zufuhr, sowie bei solchen Lagerstätten, die weit von der Eruptivgrenze längs Spalten aufstehn.

Die Quarze der Kontaktlagerstätten im Kristianiagebiet zeigen in kristallographischer Beziehung kaum etwas von Interesse. Folgende Vor-

kommen von Krystallen mögen erwähnt werden, sämtliche in den Kontaktzonen des Granitits:

Kommerudkollen bei Drammen: Hier ist Quarz ganz gewöhnlich, teils als Ausfüllung von Gangspalten, teils auf Drusenräumen im Granatfels und Kalkstein. Die Krystalle auf Drusen des Kalksteins haben oft eine blasse Amethystfarbe. Relativ häufig beobachtet man ganz kurzprismatische Krystalle, beiderseitig ausgebildet und fast nur von beiden Rhomboëdern begrenzt (also mit dem Habitus der Quarzporphyr-Einsprenglinge). Diese Quarze kommen besonders zusammen mit dünnen Tafeln von Eisenglanz vor. Ganz denselben Habitus besitzen einzelne Quarze von dem Zinkvorkommen auf Glomsrudkollen in Modum. Hier kommen sie mit Eisenglanz auf Klüften des Granatfels vor.

Die Eisengrube von Aaserud: Auf Hohlräumen des braunen Andraditfels findet man sehr gewöhnlich Quarz mit den gewöhnlichsten Formen, oft mit der Farbe des Rauchquarzes.

Kjenner: Der Granatfels ist hier ganz mit drusigen Quarzmassen durchsetzt. Auf Drusenräumen kommen hübsche wasserhelle Krystalle von langprismatischem Habitus vor.

Als Bestandteil der Skarnmassen ist Quarz auf den Kontaktlagerstätten sehr verbreitet.

Es ist merkwürdig, daß die Quarze der Kontaktlagerstätten in kristallographischer Beziehung so wenig von Interesse bieten, während doch die Quarze in den Drusenräumen der Eruptive oft flächenreich sind. Besonders in den Drusenräumen mancher Nordmarkite kommen interessante Quarzkrystalle vor; ich beobachtete an solchen von der Südostseite des Aarvoldaas unter anderm die seltene trigonale Bipyramide $\xi \{11\bar{2}2\}$.

Rutil.

Rutil ist in den Kontaktgesteinen des Kristianiagebiets nicht gerade häufig. Die kleinen Rutilnadeln der unveränderten Tonschiefer gehn mitunter als Relikte mit in den Mineralbestand schwach metamorpher Gesteine. In einem Hornfels aus der äußern Kontaktzone des kleinen Essexitlakkolithen von Brandbukampen (Hadeland) habe ich besonders reichliche Reliktkrystalle von Rutil beobachtet.

In stärker metamorphen Tonschiefern geht gewöhnlich alle Titansäure in den Biotit. Falls Biotit fehlt und einigermaßen viel Kalk vorhanden ist, wird Titanit gebildet, eventuell mit Eisenoxydul Titaneisen. Ist ein Tonschieferhornfels arm an Kalk, Eisenoxydul und Biotit, so kann Rutil auftreten. Dieser Fall ist z. B. bei dem Hornfels der Klasse 1 von Gunildrud, Kontaktzone am Natrongranit, beobachtet (siehe im petrogr. Teil, p. 148).

Auch durch pneumatolytische Anreicherung von Titansäure in Kontaktgesteinen kann Rutil gebildet werden. Ein solcher Fall ist in einem Hornfels der Klasse 4 von Hvamsal, Eker, vertreten (siehe p. 166). In diesem Gestein aus der Kontaktzone des Natrongranits liegen stellenweise massenhaft gelbbraune Nadeln von Rutil, leicht kenntlich an der hohen Licht- und Doppelbrechung. Die Rutilnadeln haben die Auslöschungsrichtung γ' in der Längsrichtung, oft findet man die charakteristischen knieförmigen Zwillinge.

Für eine pneumatolytische Zufuhr der Titansäure spricht die Tatsache, daß dieses Gesteins nicht ganz wenig Turmalin und stellenweise auch Eisenglanz enthält.

Nach BRÖGGER (»Die silurischen Etagen 2 und 3«, p. 348) kommt Rutil in manchen der Kalksilikathornfelse vor, welche den Alaunschiefern von Gunildrud am Ekernsee eingelagert sind. Der Rutil in diesen Gesteinen, welche metamorphe Eruptive sind (vergl. im geol Teil p. 59), ist wohl ohne Zufuhr von Titansäure entstanden.

In manchen Tonschieferhornfelsen am Essexit von Toftelholmen ist Rutil sehr reichlich vorhanden. Das Vorkommen wurde zuerst von Prof. BRÖGGER entdeckt. Die mikroskopischen Krystalle sind teils dünn nadelförmig, teils sind es kurze, knieförmig verzwilligte Prismen. Die Titansäure ist wahrscheinlich zugeführt worden.

Zinnstein (?).

BRÖGGER (Z. K. 16, p. 76) gibt Spuren von Zinnstein aus Quarzporphyrgreisen von Glitrevand an. In den Greisengängen von Glomsrudkollen habe ich mehrfach winzige Körner gefunden, deren optische Eigenschaften auf Zinnstein deuten. Die braungraue Farbe läßt sie vom Zirkon unterscheiden. Makroskopisch habe ich den Zinnstein niemals in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets beobachtet.

Zirkon.

In den Tonschieferhornfelsen ist Zirkon ein gewöhnlicher Gemengteil, der sich allerdings nur in ganz geringer Menge findet. Im Dünnschliff erkennt man ihn sofort daran, daß er pleochroitische Höfe im braunen Hornfelsbiotit verursacht. Die pleochroitischen Höfe zeigen für die Schwingungsrichtung γ ein fast opakes Braunschwarz, für Schwingungen senkrecht dazu unterscheiden sich die Höfe nicht von der umgebenden Biotitsubstanz. In der Mitte jedes Hofes liegt ein ganz winziger Zirkonkrystall, einachsigt positiv mit starker Licht- und Doppelbrechung.

Außerhalb des Biotits hält es schwer, die kleinen Zirkone aufzufinden; deshalb weiß ich nichts über die Verbreitung des Zirkons in solchen Hornfelsen, die keinen Biotit enthalten. Vielleicht sind die Zirkone gar nicht erst bei der Kontaktmetamorphose entstanden, sondern waren als Verwitterungsrelikte schon im ursprünglichen Tonschiefer vorhanden. Erst nach der Kontaktmetamorphose wurden sie dann durch die auffallenden Höfe, die sie im Biotit verursachen, kenntlich. Daß die Höfe durch einen Gehalt des Zirkons an radioaktiver Substanz verursacht werden, ist kürzlich von O. MÜGGE (Centralbl. f. Min. etc., 1909, p. 65) überzeugend nachgewiesen worden.

In den endomorphen Kontaktzonen der Eruptive ist Zirkon, ebenso wie Titanit, stellenweise angereichert. In dem Nordmarkitaplit der unmittelbaren Grenze am Axinitvorkommen an der Ostseite des Aarvoldstals fand ich Zirkon in makroskopischen Krystallen. Diese erreichen eine Größe von 5 mm., sie zeigen nur $\{111\}$, oder diese Form mit schmäler Abstumpfung durch $\{110\}$. Die Krystalle sind sehr unfrisch und erinnern dadurch an Alvit und ähnliche Mineralien der Zirkongruppe.

Im Dünnschliff zeigen sich die gewöhnlichen Umwandlungserscheinungen der Alvit-Zirkone. Die äußerste Hülle ist normale, einachsige positive Zirkonsubstanz, das Innere des Krystalls ist getrübt und stellenweise völlig isotrop geworden. Diese Erscheinungen deuten auf einen Gehalt an seltenen Erden.

Im Skapolit der Nordmarkitgrenze am Axinitvorkommen findet man ebenfalls Zirkon, meist auf kleinen Drusenräumen. Die millimetergroßen Krystalle zeigen nur die Pyramide $\{111\}$.

Goethit.

Auf den Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets findet sich mitunter auch Goethit. Das schönste Vorkommen ist ein Schurf auf Zinkblende am Nordabhang von Viksbergene, Hadeland (siehe im geol. Teil p. 25). Das Vorkommen gehört zu den Kontaktprodukten des Essexitlakkolithen von Viksbergene. Der Goethit bildet radialstrahlige braune Kugeln auf Drusenräumen der Quarzmasse, welche die Zinkblende begleitet. Er ist wahrscheinlich keine sekundäre Bildung, sondern von denselben heißen Lösungen abgesetzt, welche die Zufuhr der gelben Zinkblende vermittelten. Stufen von diesem Goethit befanden sich schon seit mehreren Jahren in der Sammlung des mineralogischen Instituts (gesammelt von Prof. BRÖGGER). Ich sammelte 1910 ein größeres Material. Unter dem Mikroskop lassen die kugeligen Aggregate einen Aufbau aus dünnen Stengeln erkennen; dieselben zeigen die gewöhnliche optische Orientierung des Goethits. Eine qualitative chemische Untersuchung ergab Eisenoxyd und Wasser.

Aus den Kontaktlagerstätten des Nordmarkits kenne ich den Goethit auch, und zwar von der Zinklagerstätte von Skjærpemyr bei Grua. Hier fand ich Goethit in Form von Einschlüssen im Quarz, der dadurch eine fleckige braune Farbe erhält. Der Goethit ist mit dem Quarz bei der zweimaligen Metamorphose der Lagerstätte entstanden.

Ein drittes Vorkommen habe ich auf der Zink-Blei-Lagerstätte von Konnerudkollen gefunden (Kontaktzone des Granitits). Der Goethit kommt in sammtartigen Aggregaten dünner Nadeln auf dem Tagebruch von Nord-skjærp vor. Er ist eine rein sekundäre Bildung auf einem erzführenden Kalkspat-Quarz-Gang. Der Goethit findet sich wesentlich auf Hohlräumen, die nach der Zersetzung von Zinkblende zurückgeblieben sind.

Brauneisenstein.

Brauneisenstein ist ein gewöhnliches Umwandlungsprodukt sulfidischer Erze in den Kontaktlagerstätten. In abbauwürdiger Menge kommt er nicht vor.

Braunstein, Wad.

Als Umwandlungsprodukt manganreicher Silikate kommt Braunstein stellenweise in geringer Menge vor, als Beispiel möge das Axinitvorkommen von Aarvold erwähnt werden, wo besonders auf Kosten des Inesits Braunstein entstanden ist.

In größerer Menge soll er an mehreren Stellen in der Gegend von Hakedal vorgekommen sein, wohl an dem Ausgehenden sulfidischer Lagerstätten. KEILHAU (*Gaea Norvegica*, p. 75) erwähnt, daß im Anfang des neunzehnten Jahrhunderts einige 20 Tonnen schlechten Braunsteins von Hakedal nach Kristiania gebracht wurden. Auch am Südende von Hurdalssjøen soll Braunstein gefunden sein (Privatmitteilung von Herrn Ingenieur BORCHGREVINK, Hakedal).

Alle diese Braunsteinvorkommen sind jedenfalls ganz junge postglaziale Bildungen. Vergl. VOGTS Beschreibung des Manganwiesenerzes von Glittrevand (*Zeitschr. f. pr. Geol.* 1906, p. 217), dieses Vorkommen soll durch postglaziale Auslaugung des Quarzporphyrs entstanden sein. VOGT (l. c.) hat auch ein Vorkommen von Polianit als Spaltenfüllung im Granitit von Myrsæteren (5 km. NNW. von Drammen) beschrieben.

Kalkspat.

Die reinen Kalksteine liefern bei der Kontaktmetamorphose grobkörnigen weißen Marmor. Die Kalkspatindividuen desselben zeigen in der Regel Dimensionen von etwa einem halben Centimeter. An Orten intensiver Pneumatolyse kann die Korngröße des Kalkspats weit höhere

Werte erreichen. In der Umgebung von Kontakterzlagerstätten findet man nicht selten umgewandelte Kalksteine mit einer Korngröße von etwa 3 cm. Die grobkörnigsten Kalkspatmassen in solchen pneumatolytischen Kontaktzonen kenne ich aus dem Gebiet von Grua. Bei dem Kalkofen östlich von der Bahnlinie bei Grua ist der Kalkstein von außerordentlich grobkörnigen Kalkspatmassen durchzogen. Die Individuen von Kalkspat erreichen Dimensionen von 20 cm., sie sind von zahllosen Zwillingslamellen durchsetzt. Diese grobkörnigen Kalkspatmassen treten oft gangförmig auf, die Umkrystallisation ist wohl von Spalten ausgegangen. Der pneumatolytische Charakter dieser Umwandlung ergibt sich aus dem massenhaften Auftreten von Andradit und Skapolith (siehe diese).

Mergelige Kalksteine haben bei der gewöhnlichen Kontaktmetamorphose Silikat-führenden Marmor geliefert (vergl. p. 196 unten). Eine Eigentümlichkeit, die man bei dem Silikat-führenden Kontaktmarmor sehr häufig findet, ist die milchige blaue Farbe. Diese charakteristische Färbung ist auch am Kontaktmarmor anderer Gebiete längst bekannt. Die Tatsache, daß die Färbung auf den Silikat-führenden Kontaktmarmor beschränkt erscheint, könnte darauf deuten, daß Kohlensäure-Einschlüsse die bläuliche Trübung des Kalkspats verursachen.

In den Grenzzonen der Eruptivgesteine gegen Kalkstein trifft man nicht selten Kalkspat-Einschlüsse im Eruptiv. Selbst in sauren Eruptivgesteinen kann Kalkspat stabil existieren, solange nur der äußere Druck höher ist, als es dem Gleichgewichtsdruck der Kohlensäure bei der betreffenden Temperatur entspricht, oder wenn durch Bildung von Kalksilikaten soviel Kohlensäure entwickelt wurde, daß der Gleichgewichtsdruck erreicht ist. Oft hat man den Eindruck, als sei der Kalkspat im Magma gelöst gewesen und sei dann als Kalkspat wieder auskrystallisiert. Der Kalkspat in der Grenzzone der Tiefengesteine zeigt als Begrenzung das Spaltungsrhomboëder. Von derartigen Vorkommen mag Rien in Sande und Glomsrudkollen in Modum erwähnt werden.

Daß kohlenaurer Kalk in Eruptivgesteinen stabil sein kann, falls entsprechende Druckbedingungen vorliegen, ist ja längst bekannt. Ich brauche nur an die Kalkpegmatite von Alnö zu erinnern.

Gute Krystalle von Kalkspat kommen vielerorts auf den Erzlagerstätten des Kristianiagebiets vor. Es seien hier nur beispielshalber einige Vorkommen angeführt.

Wohl die schönsten Kalkspatkrystalle lieferten die Gruben von Konnerudkollen. Sehr verbreitet sind ganz einfache Kombinationen von Prisma und Basis. Diese sind teils nach Art des Papierspats ganz dünn tafelförmig, teils ziemlich kurze Prismen. Oft sind diese Krystalle hübsch

durchsichtig. Sie finden sich an allen Stellen der Gruben, der Papierspat fand sich am schönsten auf den Halden der Oran-Grube. Weit mannigfaltiger sind Krystalle, die ich im Sommer 1909 am Kontaktstollen gesammelt habe. Dieselben bildeten einen förmlichen Kalkspatgang von etwa Meterbreite, der sich über eine lange Strecke verfolgen ließ. Die meist sklenoëdrischen Krystalle kamen zusammen mit kastenförmigen Quarzpseudomorphosen vor, wie sie schon unter Flußspat erwähnt sind. Die Kalkspatkrystalle sind deutlich jünger als die Quarzwände der Pseudomorphosen, welche vielfach von ihnen umwachsen sind. Zusammen mit den Quarzkästen bildeten die Kalkspatkrystalle eine ganz lockere Masse, die bei der Anlage des Kontaktstollens außerordentlich leicht zu durchqueren war.

In kristallographischer Beziehung sind zwei Haupttypen zu unterscheiden.

1. Kleine, bis 2 cm. große, wasserhelle Krystalle, die stets mit einem Ende aufgewachsen sind, und die in großer Menge die Quarzpseudomorphosen bedecken. Die Krystalle zeigen folgende Formen¹: b $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, o $\{111\}$,

H: $\{30\bar{1}\}$, t: $\{310\}$, χ : $\{22\bar{1}\}$, sowie mitunter ganz kleine Flächen von p. $\{100\}$.

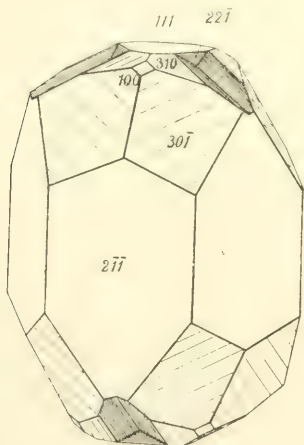


Fig. 33. Kalkspat.

$\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{30\bar{1}\}$, $\{100\}$, $\{310\}$, $\{22\bar{1}\}$, $\{111\}$. dieses Fundorts vorkommen. Die Prismenflächen, die Basis, sowie die win-

zigen Flächen des Grundrhomboëders sind stets glänzend und eben. Die beiden Sklenoëder sind nach der Kante gegen das Grundrhomboëder gestreift und meist matt, das negative Rhomboëder zeigt eine ganz feine seidenglänzende Streifung parallel den Basiskanten. Zu genaueren Messungen sind die Krystalle nicht geeignet, insbesondere geben die Sklenoëder einen ganzen Reflexzug, der sich zwischen beiden über p. $\{100\}$ hinweg fast kontinuierlich hinzieht.

¹ Buchstabenbezeichnung nach V. GOLDSCHMIDTS Index.

2. Ein weiterer Typus ist vorwiegend skalenödrisch. Die Krystalle erreichen eine Länge von 10 cm. Vorherrschend sind raue Flächen des gewöhnlichen Skalenöders $K: \{20\bar{1}\}$. Bei genauerem Hinschauen erkennt man aber, daß dies nur Scheinflächen sind, indem der Krystall von lauter Aetzhügeln bedeckt ist. Diese erreichen die Größe von einigen Millimetern und sind von den Prismenflächen $b: \{2\bar{1}\bar{1}\}$, und Skalenöderflächen $H: \{30\bar{1}\}$ begrenzt, so daß die Aetzhügel über den ganzen Krystall gleichzeitig spiegeln.

An den Enden der rauhen Skalenöder $K: \{20\bar{1}\}$ ist gewöhnlich eine Kappe mit den Flächen von $H: \{30\bar{1}\}$ vorhanden, diese sind immer glänzend und zeigen eine ähnliche Streifung wie bei dem vorigen Typus.

Darüber finden sich mitunter Andeutungen von $p: \{100\}$ und $t: \{310\}$, letztere Formen, ebenso wie bei dem vorigen Typus, parallel den Kanten gegen das Grundrhomboëder gestreift. Die Basis tritt mit ausgezeichnet glänzenden Flächen an den Enden aller Krystalle auf und auch hier finden sich die drei Furchen. Sie sind von den Flächen $\chi: \{22\bar{1}\}$ und $t: \{310\}$ begrenzt und setzen sich zum Teil auch über die Aetzhügel fort. Merkwürdig ist die Absonderung nach der Basis, welche diese Krystalle nahe den Enden zeigen; die Absonderungsflächen sind absolut eben und glänzend. Man kann oft von den Enden der Krystalle Kappen abheben, die innen von drei Flächen des Spaltungsrhomboëders und von der Absonderung nach der Basis begrenzt sind.

Andre Krystalle desselben skalenödrischen Typus zeigen weit geringere Aetzungserscheinungen. Auch diese Krystalle zeigen ganz überwiegend das gewöhnliche Skalenöder $K: \{20\bar{1}\}$. Die Flächen sind auch hier nicht glänzend, aber die Aetzerscheinungen sind lange nicht so ausgeprägt, wie bei den eben beschriebenen Krystallen. Die ebenen, matten Flächen begrenzen den Krystall fast allein, recht untergeordnet ist die Abstumpfung durch ebene, glänzende Basisflächen und durch das negative Rhomboëder $\chi: \{22\bar{1}\}$. Letzteres ist, wie bei allen Krystallen vom Kontaktstollen, seidenglänzend parallel den Kanten mit der Basis gestreift. Bei genauerer Betrachtung erkennt man, daß die Flächen von $\chi: \{22\bar{1}\}$ gegenüber den Skalenöderflächen ein wenig eingesenkt sind und daher wohl eine besondere Ausbildung der Furchen darstellen, die an den andern Krystallen auftreten. Von dem unteren Ende der negativen Rhomboëderflächen zieht sich auch meist eine seichte Rinne längs dem Krystall herunter, wie dies auf Fig. 34 dargestellt ist. Die Fig. 35 gibt den rohen Umriss der Krystalle dieses Typus. Auch diese Krystalle erreichen oft eine Länge von 10 cm.; sie sind meist durch Ocker oberflächlich rot gefärbt.

Für das Vorkommen dieser drei Typen von Kalkspatkrystallen ist die Assoziation mit blaßvioletten oder blauen Flußspat-Rhombendodekaëdern charakteristisch, auch die Fluoritkrystalle zeigen an dem Fundort des Kalkspats stärkste natürliche Aetzung. Der Fluorit ist teils gleichaltrig mit dem Kalkspat, teils etwas älter. Jünger als der Kalkspat sind Krystalle von Kupferkies (siehe diesen).

Nicht weit von dem Fundort dieser Krystalle findet man Kalkspat mit ganz andern Kombinationen als Begleiter der Quarzpseudomorphosen. Es sind dies kleine milchweiße Krystalle mit den gewöhnlichsten Flächen.

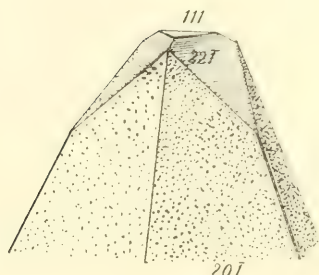


Fig. 34. Kalkspat.
 $\{20\bar{1}\}$, $\{22\bar{1}\}$, $\{111\}$.
Konnerudkollen.

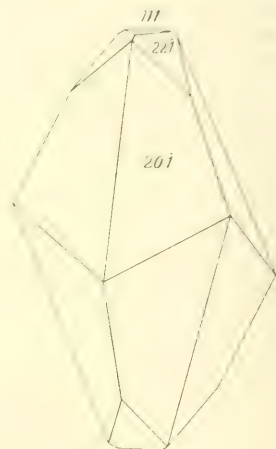


Fig. 35. Kalkspat.
 $\{20\bar{1}\}$, $\{22\bar{1}\}$, $\{111\}$.
Konnerudkollen.

Ich beobachtete Prisma und Basis, sowie das Skalenoëder $K: \{20\bar{1}\}$. Auch diese Krystalle sind auf den Wänden der Pseudomorphosen aufgewachsen und von Flußspat begleitet, diese Flußspatkrystalle zeigen aber keine Spur von Aetzung.

Auch auf den alten Halden von Konnerudkollen findet man oft hübsche Kalkspatkrystalle, so fand ich einen Zwilling nach der Basis von demselben Habitus, wie der Typus 1 vom Kontaktstollen.

In der Sammlung des mineralogischen Instituts befindet sich ein 20 cm. langes Bruchstück eines Kalkspatkrystalls von Konnerudkollen. Der recht durchsichtige, von $K: \{20\bar{1}\}$ begrenzte Krystall, muß eine Größe von mindestens 30 cm. gehabt haben. SANSONI (siehe Z. K. 20, 1892, 598) gibt von Konnerud die Kombination $K: \{20\bar{1}\}$, $t: \{310\}$ an.

Die kastenförmigen hohlen Quarzpseudomorphosen von Konnerudkollen, welche die oben beschriebenen Fluoritkrystalle enthalten (siehe diese) sind vielleicht Umhüllungspseudomorphosen nach Spaltungs- rhom-

boëdern von Kalkspat. Seltener bestehen diese Pseudomorphosen nicht aus Quarz, sondern aus bläuviolettem Flußspat.

Auf den Halden der alten Gruben fand ich eine 10 cm. lange hohle Quarzpseudomorphose nach einem hexagonalen Prisma mit Basis, also höchst wahrscheinlich eine Pseudomorphose nach Kalkspat.

Auch in der nähern und weitem Umgebung von Konnerudkollen finden sich vielerorts hübsche Krystalle von Kalkspat, so zum Beispiel in der Ekholt-Grube. Dort sammelte ich kurzprismatische Krystalle der Kombination $b \{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\mathcal{A} \{110\}$, sowie sklenoëdrische Krystalle mit $K: \{20\bar{1}\}$, $b \{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\mathcal{A} \{110\}$.

Die so gewöhnliche Kombination $b \{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\mathcal{A} \{110\}$ findet sich an sehr vielen Orten in den Kontaktlagerstätten, wie z. B. auf der Wismutgrube von Kjenner und auch auf den Flußspatgängen von Langöen bei Holmestrand. Von dort finden sich im mineralogischen Institut bis 10 cm. große Krystalle.

In der Kontaktzone des Nordmarkits von Grua findet man ebenfalls schöne Kalkspatkrystalle, so besonders in den Gruben bei Mutta und Skjærpemyr. Kristiania Minekompani schenkte dem mineralogischen Institut einige Krystalle dieser Vorkommen.

Krystalle von Mutta zeigten das Grundrhomboëder $p. \{100\}$, kombiniert mit dem gewöhnlichen Sklenoëder $K: \{20\bar{1}\}$, sie erreichten Dimensionen von etwa 5 cm. Ein etwa 25 cm. großer Krystall von Skjærpemyr war wesentlich vom hexagonalen Prisma begrenzt, an den Enden konnte man rauhe Sklenoëderflächen $K: \{20\bar{1}\}$ erkennen.

Dolomit.

Dolomitgesteine sind bis jetzt nicht aus dem Kristianiagebiet bekannt, ein kleiner Magnesiagehalt ist aber in den Kalksteinen ganz gewöhnlich und ist wohl in Form von Dolomit gebunden, vergl. die Analyse des Marmors von Gjellebæk, p. 95.

Krystalle von Dolomit finden sich, wohl als sekundäre Bildung, auf der Zinklagerstätte von Nysæter bei Grua. Hier fand ich ihn in Form kleiner, sattelförmig gekrümmter Rhomboëder auf farblosem Flußspat aufgewachsen. Neben Kalk und Magnesia war Eisen reichlich vorhanden.

Zinkspat.

Zinkspat kommt auf den Kontaktlagerstätten als Umwandlungsprodukt der Zinkblende vor; ich habe ihn immer nur in geringen Mengen gefunden. Durch qualitative Untersuchung identifizierte ich das Mineral von Skjærpemyr bei Grua, von Konnerudkollen und Glomsrudkollen.

Aragonit.

Dieses Mineral habe ich in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets nur einmal gefunden, und zwar im Elsjöfeld, Hakedal.

Der Aragonit kommt mit Kalkspat als Spaltenfüllung im Schieferhornfels zwischen Grubelien und Dalstjern vor.

Die Aragonitstengel bilden radialstrahlige Aggregate von hell bräunlicher Farbe, sie erreichen eine Länge von 5 Centimetern bei einer Dicke jedes Stengels von einigen Millimetern. Vom umgebenden Kalkspat unterscheiden sie sich leicht durch den muscheligen Bruch, die Spaltbarkeit in der Längsrichtung ist deutlich.

Die qualitative Untersuchung ergab kohlensauen Kalk mit ein wenig Strontian.

Im Dünnschliff sieht man die gewöhnliche hohe Doppelbrechung des Aragonits, auch unter dem Mikroskop zeigte sich sehr scharf der Unterschied in der Spaltbarkeit von Kalkspat und Aragonit. Querschnitte ließen die bekannte pseudohexagonale Zwillingsbildung erkennen. Mit BECKES Zeichentisch maß ich (für Tageslicht mittlerer Wellenlänge) den äußeren Achsenwinkel, $2E = 32^{\circ}$. Der für Aragonit gewöhnlich angegebene Wert ist $2E = 31^{\circ}$ für Natriumlicht.

An einem Spaltungsstück erhielt ich folgende Winkelwerte:

| | Gemessen | Berechnet |
|---------------------|------------------|-----------------|
| $\{110\} : \{010\}$ | $57^{\circ} 52'$ | $58^{\circ} 6'$ |
| | $58 \quad 14$ | |

Die Spaltungsflächen $\{010\}$ sind horizontal gestreift.

Im Aussehn ist der Aragonit von Hakedal sehr ähnlich dem Vorkommen von Nugsuak, Ritenbenk (Grönland) nach einem Handstück in der Sammlung des mineralogischen Instituts (siehe O. B. BÖGGILD, Mineralogia Grönländica, 1905, p. 162). Die Spaltbarkeit nach $m \{110\}$ ist bei den Vorkommen von Hakedal und Grönland etwa gleich vollkommen.

Das Vorkommen von Aragonit auf einer so alten Kontaktlagerstätte ist auffällig, wahrscheinlich handelt es sich um eine jüngere Spaltenfüllung von Aragonit und Kalkspat. Der Kalkspat der Adern ist jünger als der Aragonit, den er umhüllt. Gegen Hohlräume zeigt er die dünnen Tafeln des Papierspats.

Cerussit.

Kleine Cerussitkrystalle kommen als rein sekundäre Bildung auf der Erzlagerstätte von Konnerudkollen vor. Ich fand auf Erzblöcken aus den obersten Horizonten der Gruben am Kollen Krystalle von ein paar Millimeter

Länge. Es sind die gewöhnlichen Durchkreuzungsdrillinge mit einspringenden Winkeln in der Prismenzone (Zwillingsfläche $\{110\}$). Ich beobachtete die Formen: $b\{010\}$, $m\{110\}$, $e\{130\}$, $o\{111\}$. Die Winkel stimmen vollständig mit den für Cerussit berechneten, die qualitative Untersuchung ergab kohlenaures Blei.

Malachit.

Malachit ist das gewöhnlichste Umwandlungsprodukt der Kupfererze in unsern Kontaktlagerstätten. Seine Menge ist überall nur unbedeutend. Als Fundort mag z. B. Konnerudkollen erwähnt werden.

Kupferlasur.

Auch dieses Verwitterungsprodukt kommt an den meisten Kontaktlagerstätten vor, soweit dieselben primäre Kupfererze enthalten. Wie der Malachit, so bildet auch Kupferlasur meist nur dünne Ueberzüge auf den Erzen und der Gangart. Seltener findet man deutliche kleine Krystalle von tiefblauer Farbe. Folgende Fundorte von Krystallen mögen erwähnt werden:

Kontaktzonen des Akerits.

Von einem der Schürfe auf Vettakollen brachte Herr cand. real. OXAAL kleine Krystalle an das mineralogische Institut.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Die Mutta-Gruben bei Grua, sowie ein Schurf »Lykkens Prove« westlich von Skjærpemyr in demselben Gebiet.

Kontaktzonen des Granitits.

In den obersten Horizonten der Lagerstätte von Konnerudkollen kommt Kupferlasur stellenweise häufig vor, nicht selten findet man kleine Krystalle. Auch auf den alten Halden der Ekholt-Gruben in demselben Gebiet fand ich solche. In der Sammlung des min. Inst. befinden sich Stufen von Kupferlasur aus der Eisengrube von Narverud; die Kupferlasur ist auf Kosten von Kupferkies gebildet. Eins der Stücke zeigte hübsche blaue Krystalle auf Magnetit.

Zur goniometrischen Untersuchung erscheinen alle diese Vorkommen wenig geeignet, mit Ausnahme desjenigen von der Narverud Grube.

Messingblüte (Aurichalcit).

Messingblüte ist als sekundäres Mineral auf den Kontaktlagerstätten keineswegs selten. Folgende beiden Fundorte, an denen das Mineral sich in etwas größerer Menge vorfand, mögen erwähnt werden:

Der Schurf »Lykkens Prove« westlich von Skjærpemyr bei Grua. Hier findet sich hellgrüner Aurichalcit als Umwandlungsprodukt von Blende und Kupferkies auf Hohlräumen, die durch Verwitterung dieser Erze entstanden sind.

Weit reichlicher kommt Aurichalcit auf der Lagerstätte von Konnerudkollen vor, wo er für die obersten Horizonte charakteristisch ist; hier finden sich ja zahlreiche Mineralien, die für den eisernen Hut typisch sind. Der Aurichalcit bildet hell blaugrüne Krusten auf Quarz, die Krusten bestehen aus dünnen Fasern, die senkrecht auf der Oberfläche stehn. Optischer Charakter der Längsrichtung bei den einzelnen Fasern positiv, Doppelbrechung positiv. In besonders reichlicher Menge findet sich Aurichalcit in alten Erzhaufen, die bei dem Aufbereitungswerk im Tal von Drammen liegen. Hier ist er wahrscheinlich eine ganz rezente Bildung.

Orthoklas.

Die Orthoklase kontaktmetamorpher Sedimentgesteine lassen sich in zwei Gruppen teilen, solche, deren Bestandteile schon in den ursprünglichen Sedimenten enthalten waren, und solche, deren Material aus dem Eruptivgestein zugeführt worden ist. Wir können die erste Gruppe als Orthoklase der normalen Hornfelse bezeichnen, die zweite als Orthoklase der Kontakt-erzlagerstätten.

Orthoklase der normalen Hornfelse.

Orthoklas gehört zu den gewöhnlichsten Mineralien unsrer Hornfelse (vergl. im petrogr. Teil die Beschreibung der einzelnen Gesteine).

Die Orthoklase in den Hornfelsen der Klassen 4, 5 und 6 am Essexit von Sölvserget verdienen wegen ihrer eigentümlichen optischen Verhältnisse eine nähere Erwähnung.

In diesen Gesteinen bildet der Orthoklas große (bis centimeterlange) nach der a-Achse verlängerte Individuen, die ziemlich gut idiomorph begrenzt sind, aber zahllose Einschlüsse anderer Mineralien, insbesondere kleine Plagioklastafeln, enthalten. Karlsbader Zwillinge sind häufig.

Man erkennt den Orthoklas am leichtesten an seiner sehr niedrigen Lichtbrechung (γ ist viel niedriger als die Lichtbrechung des Canada-balsams), sowie an der vollkommenen Spaltbarkeit nach der Basis. Die

Spaltbarkeit nach $\{010\}$ ist ebenfalls deutlich, auch die nach $\{100\}$ kann wahrgenommen werden.

In Schnitten parallel $\{100\}$ sieht man die erste Mittellinie α , der negative Achsenwinkel ist sehr klein ($2E = 60^\circ$, Zeichentisch-Messung). Dadurch erinnert der Kalifeldspat dieser Gesteine an *Sanidin*. Ebene der optischen Achsen normalsymmetrisch, wie bei gewöhnlichem Orthoklas.

Am Kalifeldspat eines Plagioklas-Diopsid-Hypersthen-Hornfelses (Klasse 6) am Ostfuß von Sölvserget maß ich in zwei Schnitten parallel $\{010\}$ den Winkel $\alpha : \alpha$ zu 5° und 6° im stumpfen Winkel β .

Auch sonst ist Orthoklas in den Hornfelsen aller Klassen sehr verbreitet, sofern nicht der gesamte Kaligehalt in den Biotit eingeht.

Orthoklase der Erzlagerstätten.

In den Skarngesteinen kommt Orthoklas hier und da vor, an Menge tritt er jedoch hinter Albit zurück.

Sehr häufig trifft man ihn in Gängen von Epidosit (siehe unter Epidot), dieser Kalifeldspat hat oft den kleinen Achsenwinkel des Sanidins. Der Orthoklas der Skarnmassen zeigt dagegen den großen negativen Achsenwinkel der Tiefengesteinsorthoklase.

Auf manchen Erzlagerstätten finden sich Orthoklaskrystalle auf Drusenräumen der erzführenden Skarnmassen, so zum Beispiel auf Konnerudkollen und der Wismutlagerstätte von Kjenner. Die Orthoklaskrystalle sind, wie Adular, wesentlich von $T\{110\}$ und $X\{101\}$ begrenzt, dazu tritt öfters noch $P\{001\}$; Karlsbader Zwillinge sind häufig. Das Vorkommen von Kjenner wurde zuerst von Herrn Stud. min. Th. Vogt beobachtet. Ich fand an den durchsichtigen Krystallen dieses Fundorts einen großen negativen Achsenwinkel.

Die Kalifeldspate der Erzlagerstätten dürften direkt dem Magma entstammen und in vielen Fällen dem letzten Stadium der Substanzzufuhr entsprechen. Der Kalifeldspat von Kjenner kommt mit den jüngsten drusigen Quarzmassen vor (vergl. p. 101 u. 102).

In vielen Kontaktgesteinen an sauren Tiefengesteinen findet man einsprenglingsartige große Individuen von Kalifeldspat, welche aus Apophysen des Eruptivgesteins stammen. Diese »Apophysenfeldspate« sollen in einem spätern Abschnitt besprochen werden.

Mikroklin.

Als Kontaktprodukt in Sedimentgesteinen habe ich Mikroklin niemals beobachtet. Nur in solchen Sedimenten (Arkosen), die als primären Bestandteil Mikroklin enthalten, kann bei schwacher Kontaktmetamorphose

Mikroklin als *Relikt* zurückbleiben. Solche Reliktkörner von Mikroklin finden sich z. B. in dem kontaktmetamorphen Devonsandstein von Isi in Bærum. Bei starker Kontaktmetamorphose derartiger Gesteine verschwindet die Mikroklingitterung der Feldspate anscheinend vollständig.

Kalifeldspate mit ungewöhnlich schöner Mikroklingitterung kommen in manchen pneumatolytischen Grenzfacies des Granitits vor, so in einigen der fluoritisierten Granitite des Aaserudgebiets (vergl. unter Fluorit).

Plagioklas.

Die Plagioklase der Kontaktgesteine sind zum allergrößten Teil ohne Stoffzufuhr entstanden. Nur in vereinzeltten Fällen kommt eine Zufuhr von Natron in Betracht (vergl. p. 36, 119 und 183).

Nur an Stellen intensiver Pneumatolyse (Kontakterzlagerstätten) läßt sich eine Zufuhr Albit öfters konstatieren, diese Albite treten teils in besonderen Gangmassen auf, teils bilden sie Imprägnationen in umgewandelten Sedimenten.

Plagioklase normaler Kontaktgesteine.

Die Plagioklase in den Hornfelsen der Klassen 1—10 sind schon im petrographischen Teil öfters erwähnt worden. So gut wie alle Mischungs-glieder zwischen Albit und Anorthit sind in diesen Gesteinen vertreten. Im folgenden gebe ich eine Uebersicht über die optischen Bestimmungen, die ich an den Plagioklasen normaler kontaktmetamorpher Sedimente¹ ausgeführt habe, soweit dieselben nicht schon im petrographischen Teil ausführlich mitgeteilt sind. Zur Anwendung kamen bei den Albit-reichsten Plagioklasen Schnitte senkrecht zur Bisektrix α , sowie Schnitte senkrecht zu den Flächen $M\{010\}$ und $P\{001\}$, bei den Anorthit-reicheren außerdem Schnitte senkrecht zur Bisektrix γ . Der Anorthitgehalt wurde aus dem Auslöschungswinkel nach den von F. BECKE angegebenen Tabellen bestimmt (Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien; 75, 1906, 97—151).

Hornfelse der Klassen 1 und 2 (vergl. p. 146—154).

In den Gesteinen dieser Klassen dürfte recht viel Albit vorhanden sein, trotzdem hält es oft schwer, Plagioklase nachzuweisen. Bei den Hornfelsen der Klassen 1 und 2 im Kristianiagebiet liegt dies an der Pigmentierung des Gesteins durch Graphit und Magnetkies (Alaunschieferhornfelse). Dazu kommt noch die geringe Korngröße der Gesteine und das häufige Fehlen

¹ Ueber Plagioklase kontaktmetamorpher Eruptivgesteine siehe p. 60, 118 und 177.

der Zwillingslamellierung bei den Plagioklasen. Bei genauerer Untersuchung, insbesondere bei Benutzung des Konoskops, gelingt es aber doch den Plagioklas zu identifizieren.

Nach der Lichtbrechung zu schließen, handelt es sich um albitreiche Glieder der Reihe.

Hornfelse der Klasse 3 (vergl. p. 154—160).

Plagioklas-Cordierit-Hornfels von Aarvold, Kontaktzone am Nordmarkit:

| | \perp MP | $\alpha':M$ | Mittel | An. |
|---|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| 1 | I, Kern . . . | 15 ⁰ | | |
| | I, Hülle . . . | 5 | | |
| | I', Kern . . . | 12 | 13,5 ⁰ | 29 ^{0/10} |
| | I', Hülle . . . | 5 | 5 | 24 |
| 2 | I | 11 | | |
| | I' | 10 | 10,5 | 27 |

Lichtbrechung des Kerns höher als die der Hülle.

Hornfelse der Klasse 4 (vergl. p. 160—167).

Plagioklas-Hypersthen-Cordierit-Hornfels von Berget, Sölvberget,
Kontaktzone am Essexit.

Im analysierten Gestein (vergl. im petrogr. Teil) zeigten die Plagioklasse Auslöschungswinkel von 22⁰—32⁰ in Schnitten \perp MP, also 35^{0/10}—58^{0/10} An. Der Zonenbau war der gewöhnliche.

Hypersthen-reicheres Gestein derselben Klasse, Westseite von Sölvberget:

| | \perp MP | $\alpha':M$ | Mittel | An. |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 1 | I, Kern . . . | 22 ⁰ | | |
| | I, Hülle . . . | 14 | | |
| | I', Kern . . . | 22 | 22 ⁰ | 35 ^{0/10} |
| | I', Hülle . . . | 9 | 11,5 | 27 |
| 2 | I, Kern . . . | 22 | | |
| | I, Hülle . . . | 3 | | |
| | I', Kern . . . | 24 | 23 | 37 |
| | I', Hülle . . . | 4 | 3,5 | 23 |
| 3 | I | 11 | | |
| | I' | 8 | 9,5 | 26 |

Diese Plagioklasse zeigen eine sehr charakteristische Umgrenzung, die man in sehr vielen Hornfelsen wiederfindet, sobald die Plagioklasse nicht direkt aneinander grenzen, sondern in Quarz oder Kalifeldspat eingewachsen sind. Die, meist nach dem Albitgesetz polysynthetisch verzwill-

lingen, Individuen sind dicktafelförmig nach $M \{010\}$. An Schnitten parallel M erkennt man als Randbegrenzung vorherrschend $P \{001\}$ und Flächen der Prismenzone. Die Krystalle erhalten dadurch die Form von Rauten. Die spitze Ecke ist nicht selten durch kleine Flächen $x \{101\}$ abgestumpft. In den basischeren Plagioklasen der Hornfelse geht die Auslöschungsrichtung a' in Schnitten M ungefähr parallel der langen Diagonale im Rhombus.

Hornfelse der Klasse 5 (vergl. p. 167—173).

Plagioklas-Hypersthen-Hornfels (anal.), Ostgrenze des Essexits von Sölvserget:

| | $\perp MP$ | $a' : M$ | Mittel | An. |
|-------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| 1 | { 1, Kern | 33 ⁰ | | |
| | { 1, Hülle | 9 | | |
| | { 1', Kern | 33 | 30 ⁰ | 56 ^{0/0} |
| | { 1', Hülle | 12 | 10,5 | 27 |
| 2 | { 1 | 43,5 | | |
| | { 1' | 43 | 43 | 95 |
| 3 | { 1 | 25 | | |
| | { 1' | 27,6 | 26,3 | 45 |
| 4 | { 1 | 30 | | |
| | { 1' | 31 | 30,5 | 57 |
| Schnitt γ' | | $a' : M$ | An. | |
| { Kern | | 32 ⁰ | 60 ^{0/0} | |
| { Hülle | | 29 | 55 | |

Die Durchschnittszusammensetzung des Plagioklases dürfte demnach einem basischen Labrador entsprechen. Im Kern trifft man mitunter fast reinen Anorthit, die Zusammensetzung der Hülle geht bis zum Oligoklas. Sehr oft sind die innersten Plagioklaskerne durch einen bräunlichen Staub getrübt. Diese Erscheinung findet sich bei den zonargebauten Plagioklasen vieler Hornfelse. Es scheint mir, daß bei der Krystallisation des Kerns viel mehr Einschlüsse aufgenommen wurden, als bei der Krystallisation der Hülle.

Andere Hornfelse der Klasse 5 von der Ostgrenze des Essexitlakkolithen vom Sölvserget zeigten ungefähr dieselben Plagioklase. Ich fand:

| | $\perp MP$ | $a' : M$ | Mittel | An. |
|---|-----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| 1 | { 1, Kern | 35 ⁰ | | |
| | { 1, Hülle | 19 | | |
| | { 1', Kern | 31 | 33 ⁰ | 61 ^{0/0} |
| | { 1', Hülle | 17 | 18 | 32 |
| 2 | { 1 | 40 | | |
| | { 1' | 49 | 39,5 | 82 |

Der Plagioklas eines ähnlichen Gesteins von demselben Fundort ergab im Schnitt γ

$$\alpha' : M = 30^0, \text{ also } 56 \frac{0}{10} \text{ An.}$$

Hornfels der Klasse 5, Westabhang von Sölvbergerget:

| | \perp MP | $\alpha' : M$ | Mittel | An. |
|---|--------------|---------------|--------|-------------------|
| { | I | 30^0 | | |
| | I' | 30 | 30^0 | $56 \frac{0}{10}$ |

Hornfels der Klasse 5, Einschluß im Nordmarkit von Kalbakken bei Grorud:

| | \perp MP | $\alpha' : M$ | Mittel | An. |
|-----|-------------------|---------------|----------|-------------------|
| I { | I, Kern | 24^0 | | |
| | I, Hülle | 14 | | |
| | I', Kern | 21 | $22,5^0$ | $36 \frac{0}{10}$ |
| | I', Hülle | 9 | $11,5$ | 27 |
| 2 { | I, Kern | 20 | | |
| | I, Hülle | 13 | | |
| | I', Kern | 15 | $17,5$ | 32 |
| | I', Hülle | 9 | 11 | 27 |
| 3 { | I, Kern | 14 | | |
| | I, Hülle | 7 | | |
| | I', Kern | 14 | 14 | 29 |
| | I', Hülle | 7 | 7 | 25 |
| 4 { | I | 11 | | |
| | I' | 11 | 11 | 27 |

Doppelbrechung des Plagioklases negativ, Brechungsexponent β höher als der von Canadabalsam. Regelmäßige Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetz.

Hornfelse der Klasse 6 (vergl. p. 173—180).

Plagioklas-Diopsid-Hypersthen-Hornfels, Ostgrenze des Essexits von Sölvbergerget:

| | \perp MP | $\alpha' : M$ | Mittel | An. |
|---|--------------|---------------|----------|-------------------|
| { | I | 24^0 | | |
| | I' | 23 | $23,5^0$ | $38 \frac{0}{10}$ |

Die Plagioklasse in einem Hornfels der Klasse 6 von Aarvold, Einschluß im Nordmarkit ergaben:

| | \perp MP | $\alpha' : M$ | Mittel | An. |
|---|------------------|---------------|--------|-------------------|
| { | I, Kern | 27^0 | | $50 \frac{0}{10}$ |
| | I, Hülle | 14 | | 29 |

In Schnitten senkrecht zur Bisentrix γ fand ich Anorthitgehalte von 29⁰/₀ (Hülle) bis 56⁰/₀ (Kern).

Ferner untersuchte ich Plagioklasse in einem Hornfels der Klasse 6, von Kalbakken bei Grorud (Einschluß im Nordmarkit):

| | \perp MP | $\alpha' : M$ | Mittel | An. |
|---|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|
| 1 | { 1, Kern . . . | 24 ⁰ | | |
| | { 1, Hülle . . . | 12 | | |
| | { 1', Kern . . . | 22 | 23 ⁰ | 37 ⁰ / ₀ |
| | { 1', Hülle . . . | 11 | 11,5 | 27 |
| 2 | { 1 | 19 | | |
| | { 1' | 18 | 18,5 | 32,5 |
| 3 | { 1 | 18 | | |
| | { 1' | 17 | 17,5 | 32 |

Lichtbrechung des Kerns, wie gewöhnlich, höher als die der Hülle.

In einem andern Hornfels der Klasse 6 von demselben Fundort ergab die Plagioklasbestimmung:

| | \perp MP | $\alpha' : M$ | Mittel | An. |
|--|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|
| | { 1, Kern . . . | 24 ⁰ | | |
| | { 1, Hülle . . . | 11 | | |
| | { 1', Kern . . . | 22 | 23 ⁰ | 37 ⁰ / ₀ |
| | { 1', Hülle . . . | 11 | 11 | 27 |

Hornfelse der Klasse 7 (vergl. 180—192).

Biotit-freier Plagioklas-Diopsid-Hornfels, Einschluß im Akerit von Vettakollen:

| | \perp MP | $\alpha' : M$ | Mittel | An. |
|---|----------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|
| 1 | { 1 | 18 ⁰ | | |
| | { 1' | 17 | 17,5 ⁰ | 32 ⁰ / ₀ |
| 2 | { 1 | 15 | | |
| | { 1' | 15 | 15 | 30 |
| 3 | { 1 | 12 | | |
| | { 1' | 12 | 12 | 28 |

In einem Schnitt γ fand ich

| | $\alpha' : P$ | An. |
|---------------|------------------|--------------------------------|
| { Kern . . . | + 1 ⁰ | 27 ⁰ / ₀ |
| { Hülle . . . | + 7 | 19 |

Biotit-reicher Hornfels der Klasse 7 (anal.), Einschluß im Nordmarkit vom Aarvoldaas:

| | $\perp a$ | $a' : M$ | Mittel | An. |
|---|--|----------|-------------------|---------------------------------|
| 1 | $\left\{ \begin{array}{l} I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12^0 \\ I' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11 \end{array} \right.$ | | 11,5 ⁰ | 27 ⁰ / ₁₀ |
| 2 | $\left\{ \begin{array}{l} I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10 \\ I' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9 \end{array} \right.$ | | 9,5 | 26 |
| 3 | $\left\{ \begin{array}{l} I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10 \\ I' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8 \end{array} \right.$ | | 9 | 26 |
| 4 | $\left\{ \begin{array}{l} I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10 \\ I' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8 \end{array} \right.$ | | 9 | 26 |
| 5 | $\left\{ \begin{array}{l} I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9 \\ I' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9 \end{array} \right.$ | | 9 | 26 |
| 6 | $\left\{ \begin{array}{l} I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10 \\ I' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7 \end{array} \right.$ | | 8,5 | 25,5 |
| 7 | $\left\{ \begin{array}{l} I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9 \\ I' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8 \end{array} \right.$ | | 8,5 | 25,5 |
| 8 | $\left\{ \begin{array}{l} I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8 \\ I' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8 \end{array} \right.$ | | 8 | 25 |

Doppelbrechung negativ, Brechungsquotient β höher als der von Canadabalsam. Zonenbau fehlt ganz, gerade bei diesem Gestein hat nachweislich eine Zufuhr von Natron stattgefunden (vergl. p. 36 u. 182). Der gewöhnliche Zonenbau der Hornfelsplagioklase, Hülle saurer als Kern, steht demnach kaum in einem Zusammenhang mit einer Albitzufuhr (vergl. auch p. 168).

In einem andern, etwas Biotit-ärmeren, Hornfelsbruchstück der Klasse 7 von demselben Fundort fand ich

| | $\perp MP$ | $a' : M$ | Mittel | An. |
|---|---|----------|--------------------------|---------------------------------------|
| 1 | $\left\{ \begin{array}{l} I, \text{ Kern} \quad . \quad . \quad . \quad 17^0 \\ I, \text{ Hülle} \quad . \quad . \quad . \quad 6 \\ I', \text{ Kern} \quad . \quad . \quad . \quad 16 \\ I', \text{ Hülle} \quad . \quad . \quad . \quad 7 \end{array} \right.$ | | 16,5 ⁰ 6,5 | 31 ⁰ / ₁₀ 25 |

In einem Biotit-reichen Hornfelsbruchstück aus Nordmarkit von der Westseite des Aarvoldstals bestimmte ich ebenfalls den Plagioklas:

| | $\perp MP$ | $a' : M$ | Mittel | An. |
|--|--|----------|--------|---------------------------------|
| | $\left\{ \begin{array}{l} I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 19^0 \\ I' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 17 \end{array} \right.$ | | 18 | 32 ⁰ / ₁₀ |

Einige weitere Bestimmungen an Hornfelsbruchstücken im Nordmarkit von Aarvold-Grorud sind schon auf p. 183 mitgeteilt.

Ein Hornfels der Klasse 7 an der Grenze des Nordmarkits von Valbykampen, Hadeland, ergab folgende Zahlen:

| | \perp MP | $\alpha' : M$ | Mittel | An. |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| { | 1, Kern . . . | 24 ⁰ | | |
| | 1, Hülle . . . | 6 | | |
| | 1', Kern . . . | 22 | 23 ⁰ | 37 ^{0/0} |
| | 1', Hülle . . . | 9 | 7,5 | 25 |

Ein dunkles Hornfelsbruchstück (Klasse 7) vom Hamrefeld, Einschluß im Natrongranit (vergl. p. 186), enthielt auffällig saure Plagioklase:

| | \perp MP | $\alpha' : M$ | Mittel | An. |
|-----|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 1 { | 1, Kern . . . | — 10 ⁰ | | |
| | 1, Hülle . . . | — 7 | | |
| | 1', Kern . . . | — 9 | — 9,5 ⁰ | 11 ^{0/0} |
| | 1', Hülle . . . | — 6 | — 6,5 | 15 |
| 2 { | 1 | — 10 | | |
| | 1' | — 10 | — 10 | 10 |
| 3 { | 1 | — 9 | | |
| | 1' | — 8 | — 8,5 | 12 |

Auslöschungsrichtung α' stets im stumpfen Winkel MP, Doppelbrechung positiv. In einem andern Teil desselben Dünnschliffs fanden sich Plagioklase mit dem gewöhnlichen Zonenbau, ich fand

| | \perp MP | $\alpha : M$ | Mittel | An. |
|---|-----------------|------------------|------------------|---------------------|
| { | 1, Kern . . . | + 8 ⁰ | | |
| | 1, Hülle . . . | + 1 | | |
| { | 1', Kern . . . | + 8 | + 8 ⁰ | 25,5 ^{0/0} |
| | 1', Hülle . . . | — 1 | 0 | 21 |

Lichtbrechung des Kerns höher als die der Hülle.

Ueber Plagioklase in Hornfelsen der Klasse 7 aus den Kontaktzonen des Granitits siehe im petrographischen Teil.

Hornfelse der Klasse 8, 9 und 10 (vergl. p. 192—197).

Im petrogr. Teil sind schon einige Angaben über Plagioklase dieser Gesteine mitgeteilt. In den Hornfelsen der Klassen 9 und 10 ist der Plagioklas (ebenso wie in denen der Klasse 1) ein reiner Albit (vergl. p. 142).

Kontaktmetamorphe Kalksteine.

In kontaktmetamorphen Kalksteinen trifft man nicht selten Plagioklase. Theoretisch wäre jedes beliebige Mischungsverhältnis zwischen Anorthit und Albit in einem reinen Marmor existenzfähig (vergl. p. 197 oben). Ist aber ein Ueberschuß von Kalksilikat vorhanden, so wird derselbe mit der

Anorthitkomponente eines Mischplagioklases Granat oder Vesuvian ergeben (unter Temperatur und Druck, wie sie bei Tiefengesteinskontakten vorliegen); in solchen kontaktmetamorphen unreinen Kalksteinen wäre Albit der einzige, mögliche Plagioklas.

Tatsächlich trifft man in den Kontaktprodukten unreiner Kalksteine gar nicht selten Albit in einzelnen Individuen, als Beispiel möge der ober-silurische Kontaktmarmor von Ursvand (zwischen Glomsrudkollen und Valsknatten, Kontaktzone am Granitit) erwähnt werden.

Amphibol-führende Kontaktgesteine (vergl. p. 201—210).

Ueber die Plagioklase in diesen Gesteinen siehe im petrogr. Teil. In den umgewandelten Devonsandsteinen von Konnerud und ihren tonigen Einlagerungen gelingt es nur in seltenen Fällen, eine Plagioklasbestimmung auszuführen, weil die einzelnen Plagioklaskörner in diesen Gesteinen der äußeren Kontaktzone sehr klein sind. In einem Amphibol-Hornfels aus der Devonplatte zwischen Konnerudkollen und der Oran-Grube (nicht das analysierte Gestein) fand ich

| | α | $\alpha': M$ | Mittel | An. |
|------|-----------|-----------------|-----------------|-------------------|
| { 1 | | 20 ⁰ | | |
| { 1' | | 18 | 19 ⁰ | 33 ^{0/0} |

Der Zonenbau der Plagioklase in den Hornfelsen.

Wie aus dem vorigen Abschnitt hervorgeht, zeigen die Plagioklase der Hornfelse oft einen ausgesprochenen Zonenbau. Für diesen Zonenbau gelten folgende *empirisch gefundene* Gesetzmäßigkeiten.

- 1) Plagioklase mit einer Durchschnittszusammensetzung von über 26^{0/0} An. zeigen Anreicherung der Anorthitkomponente im Kern, dieser Zonenbau ist um so ausgesprochener, je höher der gesamte Anorthitgehalt des Plagioklases ist.
- 2) Plagioklase mit einer Durchschnittszusammensetzung unter 20^{0/0} An. zeigen Anreicherung der Albitkomponente im Kern (vergl. p. 298).
- 3) Plagioklase, deren Durchschnittszusammensetzung zwischen 20 und 26^{0/0} An. liegt, zeigen fast nie Zonenbau.
- 4) Im Fall 1. zeigt die äußerste Hülle des Plagioklases gern eine Zusammensetzung nahe an oder wenig über 25^{0/0} An.

In Erstarrungsgesteinen zeigen die Plagioklase bekanntlich stets den Zonenbau »Hülle saurer als Kern«, wenn man von einigen Ausnahmen absieht, die wohl durch Uebersättigungserscheinungen bedingt sind.

In den krystallinen Schiefen der Dynamometamorphose zeigen alle Plagioklase, saure wie basische, den umgekehrten Zonenbau, also »Kern saurer als Hülle«, wie F. BECKE gefunden hat.

In Kontaktgesteinen scheint ein mittlerer Fall, verglichen mit den beiden vorigen, vorzuliegen. Es scheint ein bestimmter Grenzplagioklas zu existieren, der, falls er allein auftritt, keinen Zonenbau zeigt. Falls die Gesamtzusammensetzung des Plagioklases Albit-reicher ist, als dieser Grenzplagioklas, so wird Albit im Kern angereichert, ist die Gesamtzusammensetzung Albit-ärmer, so wird Anorthit im Kern angereichert, bis die Zusammensetzung des zuletzt krystallisierenden Restes eben dem Grenzplagioklas entspricht.

In den Kontaktgesteinen des Kristianiagebiets ergibt sich die Zusammensetzung des Grenzplagioklases zu 20—26 % An¹. Wahrscheinlich wird die Zusammensetzung des Grenzplagioklases vom Druck und von der Krystallisationstemperatur abhängig sein. Bei Uebergangsgliedern zwischen Kontaktgesteinen und dynamometamorphen Gesteinen wird der Grenzplagioklas wahrscheinlich immer reicher an Anorthit werden, bis in den gewöhnlichen krystallinen Schieferen der Grenzplagioklas nahe an 100 % An. liegt, dann werden alle Plagioklase den Zonenbau »Kern saurer als Hülle« zeigen.

Wäre Plagioklas das einzige Mineral der Hornfelse und wäre er aus einem homogenen Schmelzfluß krystallisiert, so könnten wir den Zonenbau der Hornfelsplagioklase auf BAKHUIS ROOZEBOOMS Erstarrungstypus III zurückführen (siehe Zeitschr. phys. Chem. 30, 1899, p. 385), also den Fall mit einem Minimum in der Erstarrungskurve, Lage des Minimums bei 20—26 % An. Dies ist aber nicht zulässig, weil wir einerseits keine reine Plagioklasschmelze in den Hornfelsen voraussetzen dürfen, sondern nur eine Lösung, die neben andern Bestandteilen auch Plagioklas enthält, vor allem aber, weil wir vor Beginn der Krystallisation *kein homogenes System* haben.

Die Struktur der Kontaktgesteine zeigt, daß nicht die ganze Masse gleichzeitig in Lösung gewesen ist, sonst wäre die Schichtung des Gesteins verwischt worden. Wir müssen annehmen, daß nur ein Bruchteil der ganzen Substanzmenge auf einmal in Lösung gewesen ist (vergl. p. 122).

Für die theoretische Behandlung der zonargebauten Plagioklase in Kontaktgesteinen (und dynamometamorphen Gesteinen) haben wir also als Grundlage den Fall, daß zwei isomorph mischbare Substanzen bei Gegen-

¹ Auf eine ähnliche Lage des Grenzplagioklases weisen Beobachtungen aus andern Kontaktgebieten. WLADIMIR LUCZINSKY (Tscherma's min. petrogr. Mitt. 24, 1903, p. 345) fand im Plagioklas eines Hornfels-Einschlusses im Granit von Köseim, Fichtelgebirge, als Kern Oligoklas-Albit, als Hülle Oligoklas. G. B. TRENER (Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., 56, 1906, p. 482) fand in Hornfelsen der Presanellagruppe Plagioklase mit Kern 50 % An., Hülle 32 % An., sowie solche mit Kern 100 % An., Hülle 30 % An. Ein anderer Schnitt ergab bemerkenswerterweise Kern Albit, Hülle saurer Oligoklas (p. 481). Nur in einem Fall (p. 479) ging der Zonenbau von 40 % An. im Kern zu 0 % An. in der Hülle, vielleicht ist der äußerste Albitrand eine sekundäre Bildung(?).

wart von einem Lösungsmittel umkrystallisieren (etwa nach CURIES Prinzip), wobei wir als Voraussetzung annehmen müssen, daß die Menge des Lösungsmittels zu gering ist, um alle Substanz gleichzeitig gelöst zu enthalten. Die nähere Behandlung dieses Falles wäre gewiß experimenteller Bearbeitung zugänglich (bei leicht löslichen Körpern).

Die Albitgänge.

Auf vielen Erzlagerstätten der Kontaktzonen im Kristianiagebiet beobachtet man Gesteinsmassen, die größtenteils aus Albit bestehen. Dieselben treten in Gangform auf und sind einerseits durch alle Uebergänge mit normalen Quarzporphyren verbunden, anderseits führen sie zu Quarzgängen hinüber oder zeigen Uebergänge zu albitisierten Skapolithgängen. In manchen Fällen mag es sich wohl um Produkte wasserhaltiger Schmelzflüsse handeln.

In den Gruben von Dalen, südlich von Konnerudkollen, treten solche Albitite als Schlieren im Quarzporphyr auf (vergl. p. 79); auch von Konnerudkollen kenne ich derartige Gesteine. Im kontaktmetamorphen Silur von Nysæter bei Grua sind Albitgänge sehr häufig, sie gehn einerseits in reine Quarzmassen über, anderseits in die albitisierten Skapolithgänge (siehe Skapolith). Auf der Lagerstätte von Nysæter bekommt man den Eindruck, als seien die meisten Albitgänge nichts anderes als albitisierte Skapolithgänge. Die Epidot-Führung der Albitgänge wäre mit einer Entstehung aus Skapolith gut zu vereinen (siehe Skapolith).

Die Albitgänge enthalten oft massenhafte Bruchstücke von Andraditfels, nicht selten führen sie Fluorit und Erze (besonders Eisenglanz).

Diese Albitgänge sind jedenfalls als Produkte der *pneumatolytischen* Kontaktmetamorphose zu betrachten, und zwar entsprechen sie einem relativ späten Stadium der Metamorphose, sie sind stets jünger als die Andraditskarne.

Der Albit dieser Gänge zeigt eine sehr charakteristische Struktur, die ihn von den Plagioklasen normaler Erstarrungsgesteine unterscheidet; seine Zwillingslamellen (nur nach dem Albitgesetz) setzen nicht geradlinig durch den ganzen Krystall, sondern zeigen stets eine lappige, unregelmäßige Begrenzung, etwa wie bei F. BECKES Schachbrett-Albit. Auf Fig. 36 ist ein solcher Schachbrett-Albit aus einem Albitgang von Nysæter bei Grua dargestellt.

Die Plagioklase der Albitgänge sind stets fast frei von Anorthit. Ein eventueller Kalkgehalt des Gesteins scheint zur Bildung von Epidot verbraucht zu werden. Zur Bestimmung des Anorthitgehalts verwendete ich

Schnitte senkrecht zur Bisektrix α , zur Kontrolle wurde in allen Fällen der Brechungsquotient β mit dem von Canadabalsam verglichen und der Charakter der Doppelbrechung untersucht. Ich fand ausnahmslos β etwas niedriger als den Brechungsquotienten von Canadabalsam, Charakter der Doppelbrechung positiv. Zonenbau wurde bei den Albiten dieser Gänge niemals beobachtet.

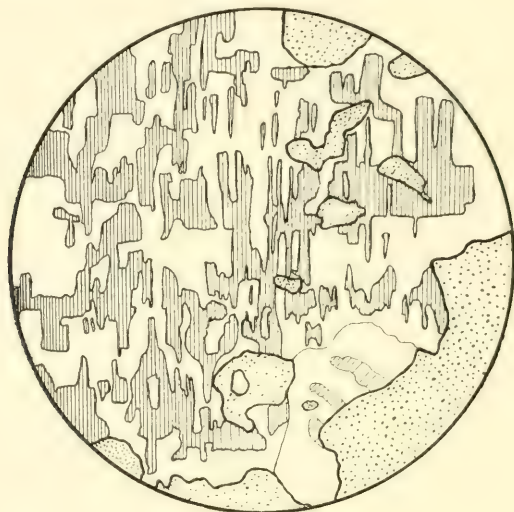


Fig. 36.

Zwillingslamellen im Albit bei gekreuzten Nicols (Schnitt $\perp \alpha$). Nysæter, Grua. Körner von Granat sind durch Punktierung bezeichnet. Vergr. ca. 150.

Albit aus Albit-Epidot-Gang, Nysæter, Grua:

| | $\perp \alpha$ | $\alpha':M$ | Mittel | An. |
|---|----------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|
| 1 | I | 20 ⁰ | | |
| | I' | 19 | 19,5 ⁰ | 0 ⁰ / ₀ |
| 2 | I | 19 | | |
| | I' | 18 | 18,5 | 0,5 |
| 3 | I | 19 | | |
| | I' | 16 | 17,5 | 1 |
| 4 | I | 18 | | |
| | I' | 16 | 17 | 2 |

Albit aus Albit-Quarz-Gang, Nysæter, Grua:

| | $\perp \alpha$ | $\alpha':M$ | Mittel | An. |
|---|----------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|
| 1 | I | 19 ⁰ | | |
| | I' | 16 | 17,5 ⁰ | 1 ⁰ / ₀ |
| 2 | I | 17 | | |
| | I' | 16 | 16,5 | 4 |

Albit aus Albitit, Dale-Gruben, südlich von Konnerudkollen:

| | $\perp a$ | $a':M$ | Mittel | An. |
|---|--------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| 1 | I | 19 ⁰ | | |
| | I' | 18 | 18,5 ⁰ | 0,5 ^{0/0} |
| 2 | I | 18 | | |
| | I' | 17 | 17,5 | 1 |
| 3 | I | 17 | | |
| | I' | 16 | 16,5 | 4 |

Die Albit-Imprägnationen in Skarngesteinen.

An Stellen intensiver pneumatolytischer Kontaktmetamorphose, wie sie zum Beispiel in den Erzlagerstätten unsrer Kontaktzonen vorliegen, finden wir öfters Albit-Imprägnationen im umgewandelten Sedimentgestein. Diese

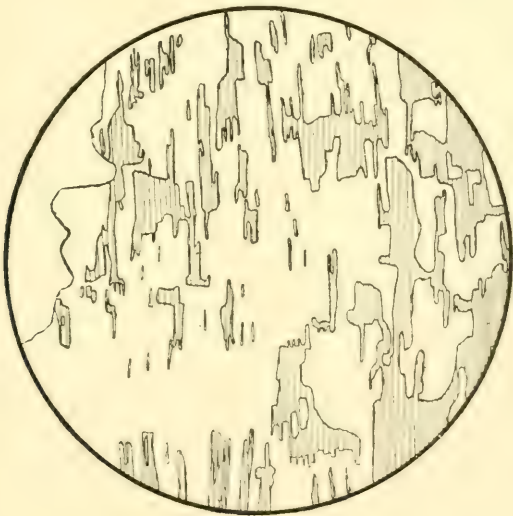


Fig. 37.

Zwillingslamellen im Albit bei gekreuzten Nicols (Schnitt $\perp a$). Aus Andraditskarn, Slagtern. Vergr. ca. 150.

Albit-Imprägnationen sind auf Skarngesteine beschränkt, ich habe sie niemals außerhalb der Skarngesteine angetroffen. Die Imprägnation mit Albit ist keineswegs mit der *Feldspatisation* toniger Sedimente zu verwechseln, wie sie von französischen Geologen vielfach angenommen wird (vergl. auch den folgenden Abschnitt).

Die Albite in Skarngesteinen sind durchwegs jünger als die eisenreichen Skarnsilikate, sie sind gleichzeitig mit den jüngeren der zugeführten Erze (wie z. B. Zinkblende) krystallisiert. Sie sind stets als typische Schachbrett-Albite entwickelt, vergl. Fig. 37. Diese Albite sind auch in

Bezug auf Anorthitgehalt identisch mit den Albiten der Albitgänge. Zur Bestimmung wurden ebenfalls Schnitte senkrecht zur Bisektrix α genommen, über Höhe der Lichtbrechung und Vorzeichen der Doppelbrechung gilt das im vorigen Abschnitt Gesagte. Im folgenden seien einige Bestimmungen an solchen Albiten wiedergegeben. Die beiden Werte für den Winkel $\alpha':M$ differieren oftmals stark voneinander, dies hat seinen Grund in der Schwierigkeit, am Schachbrett-Albit die Richtung von M genau zu bestimmen. Der Mittelwert für $\alpha':M$ ist natürlich von diesem Fehler unabhängig.

Kontaktzonen des Larvikit-Monzonits.

Albit aus Andraditfels von Slagtern, Nordmarken:

| | $\perp \alpha$ | $\alpha':M$ | Mittel | An. |
|---|--|-----------------|-----------------|------------------|
| 1 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I} \end{array} \right.$ | 18 ⁰ | | |
| | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I}' \end{array} \right.$ | 14 | 16 ⁰ | 5 ^{0/0} |
| 2 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I} \end{array} \right.$ | 15 | | |
| | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I}' \end{array} \right.$ | 15 | 15 | 6 |

Kontaktzonen des Nordmarkits.

- 1) Albit aus Zinkblende-führendem Hedenbergitskarn, Nysæter, Grua.
- 2) Albit aus ebensolchem Gestein mit viel Epidot, Nysæter, Grua.
- 3) Albit aus umgewandeltem Orthocerenkalk (Andradit-Hedenbergit-Skarn), Typografhjemmet, Grua.

| | $\perp \alpha$ | $\alpha':M$ | Mittel | An. |
|---|--|-----------------|-----------------|------------------|
| 1 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I} \end{array} \right.$ | 19 ⁰ | | |
| | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I}' \end{array} \right.$ | 17 | 18 ⁰ | 1 ^{0/0} |
| 2 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I} \end{array} \right.$ | 17 | | |
| | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I}' \end{array} \right.$ | 16 | 16,5 | 4 |
| 3 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I} \end{array} \right.$ | 19 | | |
| | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I}' \end{array} \right.$ | 18 | 18,5 | 0,5 |

Kontaktzonen des Granitits.

Albit aus Kalk mit Andradit, Zinkblende und Fluorit, Rien, Sande:

| | $\perp \alpha$ | $\alpha':M$ | Mittel | An. |
|---|--|-----------------|-------------------|------------------|
| 1 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I} \end{array} \right.$ | 17 ⁰ | | |
| | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I}' \end{array} \right.$ | 16 | 16,5 ⁰ | 4 ^{0/0} |
| 2 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I} \end{array} \right.$ | 16 | | |
| | $\left\{ \begin{array}{l} \text{I}' \end{array} \right.$ | 14 | 15 | 6 |

Albit aus Andradit-Epidot-Skarn, Kupferkiesschürfe am Hagatjern:

| | $\perp a$ | $a':M$ | Mittel | An. |
|---|-------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------|
| 1 | { 1 18 ⁰ | | | |
| | { 1' 17 | | 17,5 ⁰ | 1 ⁰ / ₀ |
| 2 | { 1 17 | | | |
| | { 1' 15 | | 16 | 5 |
| 3 | { 1 13 | | | |
| | { 1' 12 | | 12,5 | 7 |

Albit aus Epidot-führendem Andraditskarn, Glomsrudkollen, Hauptvorkommen:

| | $\perp a$ | $a':M$ | Mittel | An. |
|---|-----------------------------|--------|-----------------|-------------------------------|
| { | 1 19 ⁰ | | | |
| | 1' 17 | | 18 ⁰ | 1 ⁰ / ₀ |

Diesen Dünnschliff untersuchte ich im Wiener mineralogisch-petrographischen Institut. Herr Prof. F. BECKE, dem ich den Albit zeigte, machte mich auf die Aehnlichkeit mit seinem Schachbrett-Albit aufmerksam. Diese Schachbrettstruktur ist bei den Albiten der pneumatolytischen Kontakt-erzlagernstätten allgemein verbreitet, bei den Plagioklasen normaler Kontakt-gesteine, die ohne Substanzzufuhr gebildet sind, habe ich sie niemals gefunden.

Es ist bemerkenswert, daß der Albit in den Skarngesteinen fast immer von Epidot begleitet wird. In Hedenbergitskarnen ist er entschieden häufiger als in Andraditskarnen.

An Menge tritt der Albit in den Skarngesteinen ganz hinter den Kalkeisensilikaten zurück.

Apophysenfeldspate.

In vielen Fällen verläuft die Grenze zwischen Tiefengesteinen und den umgebenden Sedimenten nicht geradlinig, sondern das Eruptivgestein dringt mit zahlreichen Apophysen in Spalten des Nebengesteins hinein. Meist zeigen diese Apophysen bequem den unmittelbaren Zusammenhang mit der Hauptmasse des Eruptivgesteins. In andern Fällen scheinen sich die Spalten zum Teil wieder geschlossen zu haben, ehe der injizierte Schmelzfluß völlig erstarrt war. Es resultieren dann isolierte kleine Fetzen des Eruptivgesteins, die oft noch durch ihre reihenförmige Anordnung die ehemaligen Apophysen erkennen lassen. Eine klassische Beschreibung dieses Phänomens gab bereits BARROIS, als er 1884 die Kon-

taktphänomene des Granits von Rostrenen schilderte¹. Er beschrieb Hornfelse, die Einsprenglinge von Orthoklas in Karlsbaderzwillingen enthielten. Er führt diese Einsprenglinge auf abgequetschte Apophysen zurück, indem er schreibt: »Il semble que le schiste ait baillé suivant le prolongement du filon, puis se soit resserré en isolant des parties de la pâte granitique qui donnèrent naissance aux macles d'orthose.« Ganz ähnliche Bildungen findet man z. B. in den Hornfelsen des Kristianiagebiets. Wohl am schönsten kann man die isolierten Alkalifeldspate in manchen der kleinen Hornfelschollen finden, die östlich vom Axinitvorkommen im Nordmarkit vom Aarvoldstal liegen. Der Ursprung dieser Feldspate aus abgeklemmten Apophysen des Nordmarkits ergibt sich auf den ersten Blick durch ihre reihenförmige Anordnung in der Fortsetzung noch erhaltener Apophysen, ganz entsprechend der Abbildung, die BARROIS l. c. p. 15 gegeben hat. Ähnliche Erscheinungen finden sich auch in der Kontaktzone des Essexits von Sölvserget in Hadeland. Das Vorkommen habe ich unter den Plagioklas-Hypersthen-Cordierit-Hornfelsen (p. 165) kurz beschrieben, es mag hier noch eine genauere Beschreibung der Feldspate angeführt werden. Der Unterschied zwischen den ursprünglichen und den fremden Plagioklasen äußert sich, wie schon beschrieben, wesentlich in der Form und Größe der Individuen. Die durchschnittliche Zusammensetzung beider Plagioklase dürfte etwa gleich sein, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Plagioklase des Hornfelses:

| | \perp MP | $\alpha':M$ | Mittel | An. |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| 1 | I, Kern . . . | 37 ⁰ | | |
| | 1, Hülle . . . | 25 | | |
| | I', Kern . . . | 33 | 35 ⁰ | 63 ^{0/0} |
| | I', Hülle . . . | 23 | 24 | 40 |
| 2 | I. | 23 | | |
| | I'. | 20 | 21,5 | 35 |

Eingewanderte Plagioklase aus dem Essexit:

| | \perp MP | $\alpha':M$ | Mittel | An. |
|---|--------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| { | I | 28 ⁰ | | |
| | I' | 26 | 27 ⁰ | 50 ^{0/0} |

Ein Doppelzwilling nach Albit- und Karlsbader Gesetz in der symmetrischen Zone ergab für $\alpha':M$

| | | | |
|---|--------------|-----------------|---|
| { | I' | 31 ⁰ | hieraus folgt ca. 60 ^{0/0} An. |
| | 2 | 24 | |
| | 2' | 20 | |

¹ Ch. BARROIS: Le granite de Rostrenen (Côtes-du-Nord), ses apophysen et ses contacts. Ann. Soc. géol. du Nord, 1884, XII, 1—115.

Mitunter zeigen die eingewanderten fremden Feldspate Zonenbau mit Rekurrenzen, wie man ihn auch bei den Plagioklasen des Essexits beobachtet.

Daß bei der Kontaktmetamorphose am Essexit von Sölvserget keine Stoffzufuhr stattgefunden hat, geht aus dem auf p. 23 mitgeteilten Analysen evident hervor. Man kann demnach durchaus nicht die gewöhnlichen Plagioklase der Hornfelse in diesem Gebiet als zugeführt betrachten.

Es ist zwar so, daß der Plagioklas in den Gesteinen des innersten Kontakthofs viel leichter wahrnehmbar ist, als in den Gesteinen des äußeren Kontakthofs, dies liegt aber nur an dem verschiedenen Grad der UmkrySTALLISATION, nicht aber an irgendeiner Feldspatzufuhr.

Ich habe in diesem Abschnitte ein paar Beispiele für Einwanderung von Feldspaten ausführlich beschrieben, wohl ausführlicher, als es der geologischen Bedeutung dieser Erscheinung im Kristianiagebiet entspricht. Von einer »Feldspatisation« im Sinne der französischen Geologen kann hier nicht die Rede sein, das Einwandern von Feldspaten ist in Kontaktgesteinen des Kristianiagebiet stets eine ganz lokale Erscheinung, die mitunter die Apophysenbildung begleitet. Eine wirkliche Feldspatisation durch Injektion erfordert eine weit innigere Zusammenknetung von Tiefengestein und Sedimenthülle, als sie im Kristianiagebiet stattgefunden hat. Eine derartige Zusammenknetung dürfte vorzugsweise an solchen Orten stattgefunden haben, an denen die Injektion der Tiefengesteine zeitlich mit gebirgsbildenden Bewegungen zusammenfiel. Bei einer derartigen Dynamo-Kontakt-Metamorphose kann eine Feldspatisation durch Intrusion wohl stattfinden, nicht aber bei einer normalen Kontaktmetamorphose, wie der im Kristianiagebiet.

Skapolith.

In den Kontaktzonen des Kristianiagebiets sind Mineralien der Skapolithreihe sehr verbreitet. Nach dem geologischen Auftreten kann man sie in zwei Gruppen teilen, die Dipyrskapolithe der Kalksteine und die Skapolithgänge der Erzlagerstätten. Hierzu kommt noch der Skapolith eines kontaktmetamorphen Diabasganges von Nysæter bei Grua, sowie der Skapolith des Axinitvorkommens von Aarvold.

Die Dipyrskapolithe der Kalksteine zeigen nur geringe Schwankungen in ihren optischen Konstanten, in allen von mir untersuchten Fällen scheint der Marialithgehalt nicht weit von 70 % entfernt zu sein. Die in Kalkstein eingewachsenen Skapolithe sind stets bemerkenswert frisch, im Gegensatz zu denen der Skapolithgänge, die mehr oder weniger umgewandelt sind.

Im folgenden werde ich die Skapolithvorkommen des Kristianiagebiets beschreiben; natürlich kann ich nicht alle Dipyrvorkommen im Kalk aufzählen, es sei nur eine Anzahl beispielsweise beschrieben.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Skinnessæter, Skinnesfjeld, Komnes (Laugental): In der Sammlung des mineralogischen Instituts fand sich Kalkstein mit Skapolith von dieser Lokalität (wohl von einem erratischen Block). Die Stücke sind seinerzeit von Amanuensis DAMM gesammelt. Der Skapolith sitzt an der unmittelbaren Grenze gegen Nordmarkit, seine Stengel erreichen eine Länge von mehreren Centimetern. Der Skapolith ist einachsigt negativ, Brechungs-exponent α nur sehr wenig höher als der von Canadabalsam. Die großen Skapolithstengel sind oft poikilitisch mit Kalkspat durchwachsen. Andere Kontaktmineralien des Kalksteins sind Pyroxen und hellgrüne Hornblende.

Aarvoldstal bei Kristiania: Von hier gibt A. PENCK (»Ueber einige Kontaktgesteine des Kristiania-Silurbeckens«, *Nyt Mag. f. Naturv.* 1879, p. 74) das Vorkommen von Dipyrkalken an. Dieses Vorkommen habe ich nicht wiedergefunden. Der Skapolith vom Axinitfundort wird in einem späteren Abschnitt ausführlich beschrieben.

Grua (Hadeland): Der Skapolith kommt hier an verschiedenen Fundorten vor. Erstens in den Skapolithgängen beim Kalkofen nahe der Bahnstation, zweitens auf der Zinklagerstätte von Nysæter. Hier findet er sich als Dipyr im Kalkstein, sowie auf großen Skapolithgängen, außerdem noch in einem umgewandelten Diabas.

Längs der Grenze des Quarznordmarkits von Grua zieht sich eine Kalkzone, die in sehr großem Maßstab zu Andradit umgewandelt ist. Der Andradit ist mindestens zum großen Teil schon durch die Kontaktwirkung der älteren Pulaskite gebildet worden. An mehreren Stellen, wohl am schönsten beim Kalkofen 250 m. südlich von der Bahnstation Grua, ist der Andraditfels von Skapolithgängen durchsetzt. Oft ist das Granatgestein

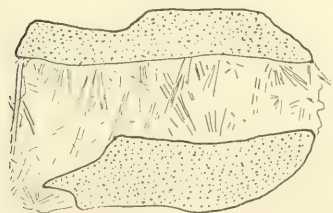


Fig. 38.

Skapolithgang im Andraditfels, Kalkofen bei Grua. $\frac{1}{4}$ nat. Größe.

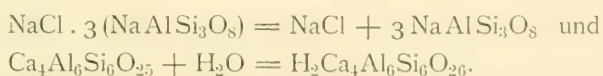
ganz von Skapolith durchadert. Die Breite der Skapolithgänge schwankt von einigen Centimetern bis zu mehreren Dezimetern. Die stark längserieften Skapolithstengel erreichen ebenfalls Längen von einigen Dezimetern und stehen gewöhnlich senkrecht auf dem Salband des Ganges. Fig. 38 zeigt ein Handstück mit der ganzen Gangbreite eines kleinen Skapolithganges. Sehr oft umschließen die

Skapolithgänge scharfkantige Bruchstücke des umgebenden Andraditfelses. Frischer unzersetzter Skapolith ist in diesen Gängen sehr selten. An vollkommen unzersetzter Substanz beobachtete ich folgende optische Eigenschaften: Brechungsexponent γ deutlich höher als der des Canadabalsams, α sehr nahe an Canadabalsam, so nahe, daß kein Unterschied nachgewiesen werden konnte. Negative Doppelbrechung schwach, ich maß mit dem Babinet für Licht mittlerer Wellenlänge $\gamma - \alpha = 0,010$. Dispersion der Doppelbrechung nur schwach, $v > q$ etwa wie bei Quarz. Dies alles deutet auf etwa 80 % Marialith, vergl. HIMMELBAUER (»Zur Kenntnis der Skapolithgruppe«, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. 119, Abt. I, Februar 1910).

In den weitaus zahlreichsten Fällen ist aber kein frischer Skapolith in den Gängen nachweisbar, sondern man findet meist hellrot (der frische Skapolith ist weiß) gefärbte Pseudomorphosen von Albit nach Skapolith. Die Pseudomorphosen lassen noch deutlich den vierseitigen Querschnitt der Stengel erkennen, ebenso die Längsriefung. Eine gesetzmäßige Orientierung des Albits in Bezug auf die ursprüngliche Skapolithsubstanz ist nicht vorhanden, die tetragonale Form ist von einem regellosen Körneraggregat erfüllt. Mitunter findet man Pseudomorphosen, die noch Reste des ursprünglichen Minerals enthalten.

Diese Pseudomorphosen von Albit nach Skapolith sind ganz analog dem von SCHEERER (Poggendorfs Annalen 89, 1853, p. 1) beschriebenen Paläoalbit. Der Paläoalbit ist bekanntlich eine Pseudomorphose nach den schönen tetragonalen Skapolithkrystallen der südnorwegischen Apatitvorkommen.

Zusammen mit den albitisierten Skapolithmassen des Kalkofens von Grua findet man reichliche Mengen von Epidot. Meist ist die Albitmasse ganz von hell gelbgrünem Epidot durchsetzt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Epidot auf Kosten des Meionitgehalts in dem ursprünglichen Skapolith gebildet ist, der Albit dagegen auf Kosten des Marialiths. Eine Stütze für diesen Verlauf der Umwandlung bildet die Tatsache, daß der Albit in allen von mir untersuchten Fällen sehr arm an Kalk ist. Die genetischen Beziehungen zwischen Skapolith, Albit und Epidot wurden übrigens schon von TSCHERMAK (Lehrbuch der Mineralogie 1905, p. 524) hervorgehoben. Albit entsteht aus Marialith durch Abspaltung von Chlornatrium, Epidot aus Meionit durch Wasseraufnahme:



Die Entstehung des Skapoliths beim Kalkofen dürfte zeitlich mit der Kontaktmetamorphose durch den Quarznordmarkit zusammenfallen. Derselbe Quarznordmarkit steht nämlich bei Nysæter in unmittelbarem Zusammenhang mit den größten Skapolithgängen, die überhaupt aus dem Kristiania-gebiet bekannt sind.

In der weiteren Umgebung des Kalkofens finden sich vielfach kleinere Vorkommen von albitisiertem Skapolith, teils im reinen Andraditfels, teils im Andradit-führenden Kalkstein, so z. B. auch in dem auf p. 53 abgebildeten Profil an der Eisenbahnlinie (Fig. 10).

Eine weit bedeutendere Rolle als den kleinen Gängen am Kalkofen spielt der Skapolith auf der Zinklagerstätte von Nysæter, östlich von Grua. Die geologischen Verhältnisse sind im ersten Abschnitt dieser Arbeit geschildert.

In den hochmetamorphen Kalklinsen, die in dem Hedenbergitskarn von Nysæter noch erhalten sind, finden sich unzählige Dipyrrkrystalle, die den Kalk nach allen Richtungen durchspicken. Die etwa 1 cm. langen Dipyre werden besonders von Pyroxen (Hedenbergit) begleitet und sind jünger als dieser. Daneben findet man noch Wollastonit und Albit. Die Hauptmenge des Skapoliths hat dieselbe Lichtbrechung, wie der von Skinne sæter, doch finden sich auch einzelne Individuen, deren Brechungsexponent α nicht merkbar von dem des Canadabalsams verschieden ist. Diese Skapolithe mit niedriger Lichtbrechung zeigen auch deutlich niedrigere Doppelbrechung als die andern. Die Skapolithe sind einachsigt negativ; weder bei diesen, noch bei andern Vorkommen des Kristianiagebiets habe ich im Dünnschliff anomale Zweiachsigkeit nachweisen können.

Außer in den Kalksteinen findet sich der Skapolith in Nysæter auch in mächtigen Spaltengängen. Hier ist er aber in allen von mir untersuchten Fällen vollständig in Albit umgewandelt. Man findet oft prachtvolle Pseudomorphosen.

Von der Grenze des sehr sauren Quarznordmarkits kann man große Apophysengänge in das umgewandelte Silur verfolgen. Bis zu einem Abstand von einigen Metern von dem Hauptgestein zeigen diese Gänge keine besondern Eigentümlichkeiten. Sie haben die gewöhnliche mikrogranitische oder porphyrische Struktur der Apophysen, und ihr Mineralbestand unterscheidet sich nicht von dem des Quarznordmarkits. Weiter von der Grenze entfernt gehn dieselben Gänge in Sphärolithfelse über. Dieselben zeigen makroskopisch schöne Fluidalstruktur parallel der Ganggrenze. Der sphärolitische Teil des Ganges ist zuerst erstarrt, Bruchstücke des Sphärolithfelses finden sich in dem normal krystallinisch erstarrten Teil des Ganges. In der weitem Fortsetzung des Ganges nimmt das Sphäro-

lithgestein eine lockere drusige Beschaffenheit an und enthält massenhaft blauen Flußspat. An andern Stellen sind die Hohlräume mit Krystallen von umgewandeltem (albitisiertem) Skapolith erfüllt, und diese Teile der Gangmasse sind durch alle Uebergänge mit den eigentlichen Skapolithgängen verbunden. Die Skapolithgänge selbst können bedeutende Dimensionen erreichen. Auf Fig. 39 ist ein solcher Gang dargestellt, oder richtiger das auskeilende Ende eines Ganges. Grobkrystallinische Skapolithnester sind durch Punktierung gekennzeichnet, sie bestehen aus einem wirren Aggregat großer Skapolithstengel, die völlig albitisiert sind. Die Länge der Skapolithprismen erreicht zwei Decimeter. Die Hauptmasse des Ganges besteht aus einer feinkörnigen Albitmasse, die reichlich Epidot enthält. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die feinkörnige Grundmasse des Ganges ebenfalls aus Skapolith bestanden hat. Der Albit der deutlichen Pseudomorphosen ist absolut identisch mit dem Albit der Gangmasse. Es besteht auch gar keine scharfe Grenze zwischen den groben albitisierten Skapolithstengeln und der Albitmasse, auf der sie aufgewachsen sind.



Fig. 39.

Skapolithgang im Hedenbergitfeld
von Nysæter.

Dünnschliffe der tetragonalen Stengel ergeben dasselbe Bild, wie die vom Kalkofen, nur habe ich hier niemals Reste des ursprünglichen Skapoliths nachweisen können. Das regellos körnige Albitaggregat zeigt oft den charakteristischen Zwillingsbau des »Schachbrett-Albits«, daneben findet sich nicht ganz wenig Kaliglimmer in kleinen Schüppchen, sowie vielleicht Spuren von Orthoklas, letzterer war aber nicht mit Sicherheit nachweisbar. Der Albit ist sehr arm an Kalk, ich machte folgende Bestimmungen an Schnitten senkrecht zur Bisektrix α :

| $\perp \alpha$ | $\alpha' : M$ | Mittel | An. |
|----------------|---|--------|------------------|
| 1 | $\left\{ \begin{array}{l} 12,5^0 \\ 13,5 \end{array} \right.$ | 13 | $7 \frac{0}{10}$ |
| 2 | $\left\{ \begin{array}{l} 10 \\ 16 \end{array} \right.$ | 13 | 7 |
| 3 | $\left\{ \begin{array}{l} 11 \\ 16 \end{array} \right.$ | 13,5 | 7 |
| 4 | $\left\{ \begin{array}{l} 13 \\ 15 \end{array} \right.$ | 14 | 6 |

| | $\alpha' : M$ | Mittel | An. |
|---|--|--------|-----|
| 5 | $\begin{cases} 13 \\ 16 \end{cases}$ | 14,5 | 6,5 |
| 6 | $\begin{cases} 15 \\ 18 \end{cases}$ | 16,5 | 4 |
| 7 | $\begin{cases} 16,5 \\ 17,5 \end{cases}$ | 17 | 2 |

Die zwei Werte für $\alpha' : M$ sind oft recht verschieden, dies liegt an der Schwierigkeit, in dem Schachbrett-Albit die Richtung von M genau zu bestimmen. Die Genauigkeit des Mittelwerts aus beiden Bestimmungen wird aber nicht beeinträchtigt, da hierfür ja nur die Ablesung der beiden Auslöschungsrichtungen α' in Betracht kommt.

Ein Schnitt γ ergab $\alpha' : P = 17,5^0$, entsprechend $7,5\%$ An. Die Doppelbrechung ist positiv. Der Brechungsexponent γ ist etwas höher, als der von Canadabalsam, die beiden andern dagegen niedriger.

Zum Vergleich untersuchte ich »Paläoalbit«; Herr Prof. BRÖGGER stellte mir liebenswürdigst einen Krystall aus der Institutssammlung zur Verfügung. Derselbe stammte von Vegaarsheien im südlichsten Norwegen. Der 4 cm. lange und 1,5 cm. dicke Krystall war von der gewöhnlichen hellroten Farbe. Ein Dünnschliff zeigte, daß keine Spur des ursprünglichen Skapoliths erhalten war; der ganze Krystall bestand aus einem regellosen körnigen Aggregat von Albit. Daneben fand sich ein wenig Orthoklas samt Spuren von Quarz und Chlorit. Der Albit war derselbe Schachbrett-Albit, wie der im umgewandelten Skapolith von Nysæter. Ein guter Schnitt senkrecht zur Bisektrix α ergab $\alpha' : M = 13^0$ und 13^0 , daher 7% An. Damit stimmt auch die Lichtbrechung; γ ist etwas höher als die von Canadabalsam, α dagegen deutlich niedriger.

Es liegt sehr nahe anzunehmen, daß die mächtigen Epidot-führenden Albitgänge von Nysæter auch in vielen Fällen, wo sie keine deutlichen Pseudomorphosen enthalten, durch Umwandlung von Skapolith entstanden sind. Diese Annahme stützt sich nicht nur auf den gleichartigen Mineralbestand in beiden Arten von Gängen, sondern auch auf die völlig identische Struktur. Stets liegt der Epidot in ringsum ausgebildeten scharfen Krystallen in einer körnigen Albitgrundmasse, die den Habitus des Schachbrett-Albits zeigt. Ich habe mehrfach reine feinkörnige Albit-Epidotgänge als Apophysen der großen Skapolithgänge von Nysæter gesehn.

In manchen Fällen mögen die Albit-Epidotgänge allerdings direkt, ohne früheres Skapolith-Stadium entstanden sein, etwa aus wasserhaltigen Schmelzflüssen; ich habe die Albite aller derartigen Gänge unter Albit beschrieben,

ohne dabei die Frage nach der Entstehung aus Skapolith zu diskutieren. Eine Entstehung aus Skapolith ist jedenfalls für viele, wenn nicht für alle, Gänge von Nysæter anzunehmen; es ist auch nicht ausgeschlossen, daß manche der linsenförmigen Albit-Epidot-Injektionen, die den metamorphen Silurschichten von Konnerudkollen eingelagert sind, durch Umwandlung aus Skapolithgängen entstanden sind.

Es ist auffällig, daß die in Kalk eingewachsenen Skapolithe so selten umgewandelt werden. Die Dipyre im Kalk von Nysæter sind völlig frisch, während die Skapolithgänge völlig umgewandelt sind. Man möchte glauben, der Kalk habe die Skapolithe vor umwandelnden (sauren?) Lösungen geschützt.

Auf der Lagerstätte von Nysæter haben wir auch den interessanten Fall, daß die Plagioklase eines Diabasganges in Skapolith umgewandelt sind. Der Diabas (östlich vom G-Gesenke) verläuft parallel dem Streichen der umgebenden Silurschichten, er ist älter als die Kontaktumwandlung und wird von einem Gang von Sphärolithfels durchsetzt; letzterer gehört nach seinem Quarzreichtum zu den Apophysen des Quarznordmarkits. Der Diabasgang enthält als Hauptbestandteil basischen Plagioklas, daneben viel Pyroxen und Epidot, sowie Hornblende (hellgrün), Titanit und Eisenerze. Der Plagioklas ist saurer Labrador: ein Schnitt γ ergab $\alpha' : M = 20^0$, also 48 % An. Der Plagioklas ist größtenteils in einachsigen negativen Skapolith umgewandelt. Der Brechungsexponent α des Skapoliths ist nur wenig höher als der des Canadabalsams, der Brechungsexponent γ ist deutlich höher. Die Doppelbrechung ist höher als die des Plagioklases, $\gamma - \alpha$ ist etwa 0,013. Es ist merkwürdig, daß hier Plagioklas zu Skapolith umgewandelt wurde, während nicht weit davon in den Skapolithgängen der umgekehrte Vorgang stattgefunden hat.

Aus der Kontaktzone des Eläolithsyenits von Puzac beschrieb LACROIX dieselbe Umwandlung eines Diabases (*»Sur les phénomènes de contact de la syénite eläolitique de Puzac«*, C. R. 110 (1890) p. 1011).

Daß Plagioklase eines Diabasganges in Skapolith umgewandelt wurden, haben auch J. KEMP und V. F. MARSTERS beschrieben (*»The Trap Dikes of the Lake Champlain Region«*, Bull. U. S. Geol. Survey, 107 (1893, p. 26).

Die reichliche Bildung von Skapolith auf der Lagerstätte von Nysæter steht natürlich damit in Verbindung, daß die Kontaktmetamorphose unter reichlicher Chlorpneumatolyse stattfand. Man darf wohl annehmen, daß sowohl Eisen (Andradit und Hedenbergit, sowie Magnetit) als Zink (Zinkblende) größtenteils in Form von Chlorverbindungen zugeführt wurden; die Fluorverbindungen spielten hier wohl eine geringere Rolle. Bei der meta-

somatischen Umwandlung des Kalksteins dürfte Calciumchlorid in großer Masse entstanden sein, und eben dieses Calciumchlorid hat, wie ich glaube, das Material zur Skapolithbildung geliefert.

Kontaktzonen des Natrongranits.

Hamrefjeld, Eker: In der Umgebung vom Hamrefjeld findet man öfter Dipyr in umgewandelten kalkreichen Schichten und Knollen, die den silurischen Schiefern eingelagert sind. In der großen Silurscholle von Hamrefjeld (dem Fundort des Vesuvians) treten kleine Skapolithgänge auf, sehr ähnlich denen vom Kalkofen bei Grua. Von diesem Vorkommen findet sich seit alter Zeit Material im mineralogischen Institut, einiges habe ich auch selbst gesammelt.

Die Stengel erreichen eine Länge von etwa 10 cm., die Doppelbrechung ist schwach, $\gamma - \alpha = 0,010 - 0,014$, mit schwacher Dispersion $v > q$. Der Brechungsexponent α ist nur sehr wenig höher als der von Canadabalsam, γ ist deutlich höher.

Im Sommer 1910 fand ich auf dem Hamrefjeld eine große Stufe anscheinend unveränderten Skapoliths (halbdurchsichtig weiß), die mir als Analysenmaterial geeignet erschien. Zu meinem größten Erstaunen stellte es sich bei Untersuchung eines Dünnschliffs heraus, daß gar kein Skapolith vorlag, sondern eine Pseudomorphose von Prehnit nach Skapolith. Die dünnen tetragonalen Stengel bestehn ganz aus einem radialstrahligen Prehnitaggregat. Lichtbrechung des Prehnits zwischen Canadabalsam und Diopsid, mittlere positive Doppelbrechung, $2V = 65^\circ$ und Achsendispersion $v > q$ um die spitze Bisektrix γ .

In der Bunsenflamme schmilzt der Prehnit unter Aufblähen zu einer weißen Masse.

Soviel mir bekannt, sind Pseudomorphosen von Prehnit nach Skapolith bis jetzt nie beschrieben. Wahrscheinlich stammt das Material zur Prehnitbildung aus Vesuvian (vergl. unter Prehnit die Umwandlung des Vesuvians zu Prehnit).

Kontaktzonen des Granits.

Valsknatten bei Vikesund (Modum): Dipyr ist in den Kalkknollen der Schieferhornfelse sehr gewöhnlich. Seine Prismen sind, besonders auf angewitterter Oberfläche, makroskopisch erkennbar. Negative Doppelbrechung schwach, $\gamma - \alpha = 0,013$ etwa. Brechungsexponent α nur wenig höher als der von Canadabalsam. Der Skapolith wird von Pyroxen, Hornblende, Wollastonit, Granat und Albit begleitet.

Glomsrudkollen bei Aamot (Modum): In dem umgewandelten Kalkstein der Zinklagerstätten ist Skapolith stellenweise häufig. Der Dipyr zeigt dieselbe Lichtbrechung, wie der von Valsknatten.

Der Skapolith vom Axinitvorkommen im Aarvoldstal (Ostseite).

Ich habe dieses Skapolithmineral nicht zusammen mit den andern beschrieben, da es nach meinen Beobachtungen außerhalb der Reihe Meionit-Marialith steht. In einer vorläufigen Mitteilung habe ich den Skapolith als dem Marialith nahe stehend erwähnt (Centralbl. Min. 1909, p. 405). Dies geschah nach Bestimmung der optischen Konstanten. Inzwischen kam HIMMELBAUERS Arbeit (siehe p. 309) über die Skapolithgruppe mit genauen optischen Bestimmungen am Marialith von Pianura. Aus diesen folgte, daß der Skapolith von Aarvold nicht in die gewöhnliche Reihe gehören kann, da seine Lichtbrechung niedriger ist, als die des Marialiths, seine Doppelbrechung dagegen viel höher. Wie schon in dem geologischen Teil dieser Arbeit beschrieben ist, findet sich der Skapolith an der unmittelbaren Grenze zwischen dem Nordmarkit und der eingeschlossenen Scholle von Kalksilikatfels, vergl. p. 29 im geol. Teil. Die bis 20 cm. langen Skapolithstengel stehn senkrecht auf der Grenze. Frischer Skapolith ist ziemlich selten, in den weitaus meisten Fällen sind die Stengel zu Feldspat pseudomorphosiert, aber nicht wie in Grua zu Albit, sondern stets zu *Mikroperthit*.

Um die Skapolithstengel herum ist der Nordmarkit entschieden an Titanit angereichert, ebenso findet sich in reichlicher Menge ein im Dünnschliff grünlicher diopsidischer Pyroxen, stellenweise kommen Zirkon und Orthit vor. Der unzersetzte Skapolith unterscheidet sich von den hellroten Pseudomorphosen durch seine grauweiße Farbe und die vollkommene Spaltbarkeit nach einem tetragonalen Prisma.

Der Skapolith ist einachsigt negativ, seine Doppelbrechung ist ungefähr gleich der des Quarzes. Mit dem Babinet-Kompensator maß ich für rotes und blaues Licht, wobei $\lambda_{\rho} = 0,000635$ mm. und $\lambda_{\nu} = 0,000450$ mm.

$$(\gamma - \alpha)_{\rho} = 0,0087, (\gamma - \alpha)_{\nu} = 0,0090;$$

an einem andern Individuum fand ich

$$(\gamma - \alpha)_{\rho} = 0,0095, (\gamma - \alpha)_{\nu} = 0,0099$$

Die Doppelbrechung ist also entschieden höher, als der von HIMMELBAUER (l. c.) für reinen Marialith extrapolierte Wert $(\gamma - \alpha) = 0,0020$ (für $\lambda = 0,000600$ mm.).

Anderseits ist aber die Lichtbrechung des Skapolithminerals von Aarvold niedriger, als die des reinen Marialiths. Da nun eine Beimengung

von Meionit zum reinen Marialith zwar die Doppelbrechung erhöht, aber gleichzeitig auch die Lichtbrechung steigert, so kann der Skapolith von Aarvold unmöglich der Reihe Marialith-Meionit angehören, sondern muß mindestens *eine* Komponente enthalten, deren Lichtbrechung niedriger ist, als die des Marialiths, während die Doppelbrechung höher ist.

In allen von mir untersuchten Dünnschliffen (außer einem) des Skapoliths von Aarvold war der Brechungsquotient γ niedriger als der von Canadabalsam. Mittelst der Immersionsmethode maß ich für Tageslicht mittlerer Wellenlänge

$$\gamma = 1,534, \alpha = 1,522.$$

HIMMELBAUER gibt für reinen Marialith an

$$\gamma = 1,540. \alpha = 1,538.$$

Die Zugehörigkeit zur Skapolithgruppe ergibt sich einerseits aus der chemischen Zusammensetzung (siehe weiter unten), anderseits aus der sehr deutlichen Spaltbarkeit nach einem tetragonalen Prisma. An dünnen Stengeln, die in Drusenräume hineinragen, erkennt man die tetragonalen Prismen erster und zweiter Art. Krystalle mit Endflächen sind sehr selten, ich habe nur einen einzigen solchen, etwa 1 mm. dicken Krystall gesehen, als ich einen mit Kalkspat gefüllten Drusenraum in der Skapolithmasse mit Salzsäure freilegte. Leider konnte ich denselben nicht messen, da er beim Trocknen völlig zu Staub zerfiel. Er zeigte die gewöhnliche Skapolithkombination mit herrschendem $\{110\}$, $\{111\}$ und untergeordnetem $\{100\}$, $\{101\}$.

Zur chemischen Untersuchung ließ sich kein absolut reines Material beschaffen; ehe ich die Resultate der Analysen wiedergebe, möchte ich deshalb die Umwandlungserscheinungen dieses Skapoliths beschreiben.

Die Umwandlung des Skapoliths in mikroperthitischen Feldspat.

Diese Pseudomorphosenbildung ist die häufigste. Der fleischrote Mikroperthit zeigt sich im Dünnschliff absolut identisch mit dem Feldspat des umgebenden normalen Tiefengesteins. Man darf daher wohl annehmen, daß diese Umwandlung des Skapoliths schon vor dem Abschluß der Gesteinsverfestigung stattgefunden hat. Nicht allzu selten trifft man in dem richtungslos körnigen Feldspataggregat der Pseudomorphosen noch Reste der ursprünglichen Skapolithstengel. Diese Pseudomorphosen erreichen eine Länge von etwa 2 Decimetern, sie umsäumen einen großen Teil der Kalksilikatscholle (vergl. p. 29).

Die Umwandlung des Skapoliths in Analcim.

Im Dünnschliff beobachtet man oftmals, daß der Skapolith von einer isotropen bräunlichgelben Substanz durchtränkt wird. Diese hat eine viel niedrigere Lichtbrechung als der Skapolith. Da Flußspat vollkommen fehlt (selbst in einer größeren Substanzmenge konnte kein Fluor nachgewiesen werden), kam nur Opal oder ein regulärer Zeolith in Frage. Opal ist ausgeschlossen, weil das Mineral mit Säuren gelatiniert, es handelt sich wahrscheinlich um Analcim (worauf auch die Analysen deuten). Diese Umwandlung in Analcim ist sicher jünger als die Umwandlung in mikroperthitischen Feldspat.

In manchen Stücken beobachtet man nicht braungelben, sondern farblosen Analcim, dieser zeigt nicht selten anomale Doppelbrechung (Aufbau aus Lamellen nach Art des Leucits).

Nicht aller Analcim in den Skapolithmassen von Aarvold ist auf Kosten von Skapolith gebildet. Recht oft findet man, worauf mich zuerst Herr Prof. BRÖGGER aufmerksam machte, im völlig frischen Skapolith Analcim-Pseudomorphosen nach einem andern Mineral. Dieses Mineral ist vor dem Skapolith krystallisiert, es bildet prismatische Krystalle, die öfters zu Büscheln vereinigt sind. Es ist stets völlig in braunen isotropen Analcim umgewandelt. Die Analcimprismen setzen oft kreuz und quer durch den frischen Skapolith. Das ursprüngliche Mineral dieser Pseudomorphosen habe ich niemals feststellen können, am wahrscheinlichsten erscheint mir Prof. BRÖGGER'S Ansicht, es könne sich um Cancrinit handeln.

Durch Einwirkung von kohlensaurem Kalk (aus der Kalkscholle) auf das Nordmarkitmagma könnte wohl Cancrinit entstehn.

Die braune Farbe des Analcims hat ihren Grund wahrscheinlich in der Aufnahme von Eisenhydroxyd (und Manganhydroxyd).

Die Umwandlung des Skapoliths in Natrolith.

Diese Umwandlung ist weit seltner als die beiden vorigen. Der Natrolith bildet radialstrahlige Aggregate dünner Nadeln. Lichtbrechung viel schwächer als die des Skapoliths, Doppelbrechung recht stark, die Stengel zeigen Gelbrot erster Ordnung, wenn der Skapolith erst Weiß zeigt. Längsrichtung der Stengel positiv.

Die Umwandlung in Natrolith ist jünger als die in Analcim, wie man an solchen Stellen erkennen kann, die beide Umwandlungen zeigen.

Diese Reihenfolge der Umwandlungen ist sehr bemerkenswert. Noch während der magmatischen Periode entstand aus Skapolith der Alkalifeldspat. Bei fortschreitender Abkühlung entstand aus dem Skapolith Analcim

(dessen Bildungstemperatur auf ca. 200° C. geschätzt wird, vergl. BRÖGGER Z. K. 16, p. 169) und endlich als jüngste Bildung Natrolith (Bildungstemperatur ca. 70° C., vergl. BRÖGGER, l. c.).

Die Zusammensetzung des Skapoliths von Aarvold.

Um die Zusammensetzung des Skapoliths von Aarvold festzustellen, versuchte ich zuerst, mittelst schwerer Flüssigkeiten reines Material zu beschaffen. Der grob gepulverte, möglichst rein ausgesuchte, Skapolith wurde zuerst ganz kurze Zeit mit warmer konzentrierter Salzsäure behandelt; dadurch wurden die anhaftenden Hydroxyde von Mangan und Eisen, sowie aller Kalkspat entfernt. Mittelst Kaliumquecksilberjodidlösung wurde das Pulver in drei Fraktionen geteilt. Die schwerste enthielt alle dunkeln Verunreinigungen, Titanit, Zirkon und vor allem diopsidischen Pyroxen. Außerdem war aller Feldspat (Mikroperthit) in dieser Fraktion gesammelt, ferner ein wenig Skapolith. Die Hauptmenge des Skapoliths fiel in der nächst leichteren Fraktion, war hier aber stark mit Analcim verunreinigt, der mit dem Skapolith verwachsen war. Die leichteste Fällung enthielt fast nur Analcim.

Das gut ausgewaschene und bei 90° getrocknete Material der mittleren Fraktion wurde von mir analysiert (die Analyse ist unter I aufgeführt). Das Material war sicher frei von Feldspat, der hohe Kaligehalt ist bemerkenswert. Leider war der Zeolith durch die Säurebehandlung etwas angegriffen, sodaß sich eine genaue Berechnung der Analyse schwer durchführen läßt.

Im Herbst 1910 fand ich an der Westseite der Silurscholle ein recht gutes Material von frischem Skapolith. Die tetragonalen Stengel sind mit etwas Kalkspat durchwachsen, der sich leicht durch kurze Behandlung mit verdünnter Salzsäure entfernen läßt.

An dem derart gereinigten Material (das in Sprüngen immerhin noch 4—5% Kalkspat enthielt) bestimmte ich die Dichte. An 3,4789 g. fand ich bei 20.4° C. 2,550. Es schien erwünscht, auch dieses Material quantitativ zu untersuchen; Herr Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg war auf meinen Wunsch so liebenswürdig, eine Analyse auszuführen, sie ist unter II wiedergegeben. Auch dieser Skapolith enthielt nicht ganz wenig von dem als Analcim bestimmten Zeolithen, hier mit nicht ganz geringer anomaler Doppelbrechung, außerdem eine kleine Menge von Natrolith. Diopsidischer Pyroxen war ebenfalls nachweisbar.

| | I | II |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|
| SiO ₂ . . | 56,99 | 54,89 |
| Al ₂ O ₃ . . | 19,74 | 22,72 |
| Fe ₂ O ₃ . . | 1,30 | 0,0 |
| FeO . . | nicht best. | 0,08 |
| MnO ₂ . . | 0,32 | Spur |
| MgO . . | 0,66 | 0,14 |
| CaO . . | 3,36 | 6,32 |
| Na ₂ O . . | 7,12 | 7,12 |
| K ₂ O . . | 3,33 | 4,25 |
| CO ₂ . . | nicht best. | 2,00 |
| H ₂ O . . | 6,25 ¹ | 3,14 ² |
| Cl . . . | 1,78 | 1,01 |
| | 100,85 | 101,67 |
| — O = Cl. | 0,50 | 0,23 |
| | 100,45 | 101,44 |

Die Zahlen der Analysen zeigen, was auch aus der Untersuchung der Dünnschliffe hervorging, daß in dem Material der ersten Analyse weit mehr dunkle Verunreinigungen enthalten waren, als in dem der zweiten. Dagegen war in dem Material der ersten Analyse sicher aller Kalkspat entfernt worden.

Von einer ausführlichen Diskussion der Analysen möchte ich vorläufig absehn, ich möchte nur auf den in beiden Analysen konstatierten hohen Gehalt an *Kali* hinweisen, der wahrscheinlich größtenteils in den Skapolith selbst eingeht. Ebenso möchte ich annehmen, daß ein Teil des Wassers im Skapolith gebunden ist; dieser ist in dem Material der Analyse II weit über den Zeolithen überwiegend, es ist viel mehr Skapolith vorhanden, als dem geringen Gehalt an Chlor und Kalk entspricht.

Die sehr niedrige Lichtbrechung des Skapolithminerals (niedriger als diejenige des reinen Marialiths) ließe sich gut durch Beimengung eines Kali- und Hydroxyl-haltigen Skapoliths erklären. Solange aber kein absolut reines Analysenmaterial beschafft werden kann, möchte ich die Frage nach der Zusammensetzung des Skapoliths unentschieden lassen. Für die Annahme eines nicht unbedeutenden Kaligehalts im Skapolith von Aarvold

¹ Glühverlust bei dunkler Rotglut.

² Davon unter 110° C. 0,08 $\frac{0}{10}$, über 110° nach Jannasch 2,39, bei stärkerem Glühen noch 0,67.

spricht außer der sehr geringen Lichtbrechung noch besonders die Pseudomorphosenbildung von Mikroperthit nach Skapolith, während man sonst immer die Albitpseudomorphosen findet.

Der Skapolith von Aarvold ist ein schönes Beispiel für ein Mineral der endomorphen Kontaktzone, das durch *metasomatische Pneumatolyse* entstanden ist. Man muß annehmen, daß die Kalkscholle von Aarvold aus dem Magma Chlorverbindungen von Schwermetallen gebunden hat (vergl. p. 215). Dadurch entstand als Reaktionsprodukt Chlorcalcium. Der Skapolith von Aarvold ist nun höchst wahrscheinlich durch Einwirkung dieses Chlorcalciums auf das Nordmarkitmagma entstanden. Er ist in seiner Zusammensetzung nicht sehr weit von einem direkten Additionsprodukt von Nordmarkit und Chlorcalcium entfernt. Das Verhältnis der Alkalien im analysierten Skapolith ist nahe gleich dem Verhältnis der Alkalien in manchen Nordmarkiten des Kristianiagebiets, siehe die Analysen, welche von BRÖGGER (Z. K. 16, p. 54 u. 57) mitgeteilt sind. Der Kalkgehalt des Skapoliths (nach Abzug von Kalkspat) ist höher als derjenige in den Nordmarkiten, und zwar entspricht die zugeführte Kalkmenge der Größenordnung nach der Chlormenge im Skapolith.

Wir haben hier also höchst wahrscheinlich den Fall einer chemischen Reaktion zwischen der eingeschlossenen Kalkscholle und dem umgebenden Syenitmagma. Die Reaktion verlief aber keineswegs einfach derart, daß etwa Kalk gelöst wurde und Anlaß zur Bildung von Kalksilikaten gab; der Reaktionsverlauf war ein viel komplizierterer, der sich aber dennoch mit einiger Sicherheit rekonstruieren läßt.

Erster Teil der Reaktion: Der Kalk sammelt aus dem umgebenden Syenitmagma Schwermetallchloride (und Borchlorid) und bildet deren Oxyde samt Chlorcalcium.

Zweiter Teil der Reaktion: Das Chlorcalcium in der Silurscholle verbindet sich mit dem Alkalifeldspat des Syenitmagmas (Kalifeldspat und Albit) zu dem oben beschriebenen Skapolithmineral, das eben die Grenzfläche zwischen Syenit und Silurscholle in charakteristischer Weise als Reaktionsprodukt umsäumt (vergl. im geol. Teil I. c.).

Dritter Teil der Reaktion: Das Stabilitätsgebiet des Skapoliths wird überschritten, der Skapolith zerfällt in Chlorid und Alkalifeldspat, den wir in den gewöhnlichen Pseudomorphosen finden.

Hypersthen¹.

Im Laufe meiner Untersuchungen stellte es sich heraus, daß eisenreicher rhombischer Pyroxen ein sehr verbreitetes Mineral in kontaktmetamorphem Tonschiefern ist. Zuerst wurde er bekanntlich von BRÖGGER im Kontakthof des Essexits von Sölvserget entdeckt und beschrieben (Quart. Journ. of the Geol. Soc., Febr. 1894, p. 16). Später traf ich den rhombischen Pyroxen in den Kontaktzonen am Nordmarkit, Natrongranit und Granitit.

Die chemischen Bedingungen zur Bildung von rhombischem Pyroxen sind schon im petrographischen Teil erörtert (siehe p. 137, 138 und 160–180). Im folgenden werde ich den Hypersthen einiger Fundorte näher beschreiben; ich bin überzeugt, daß man ihn auch in andern² Gebieten als häufiges Kontaktmineral finden wird; man mag ihn bisher öfters für Andalusit gehalten haben.

Kontaktzonen des Essexits.

Hypersthen-führende Hornfelse von Sölvserget sind im petrographischen Teil beschrieben worden (siehe Hornfelse der Klassen 4, 5 und 6).

Die Individuen des Hypersthens erreichen eine Länge von 1–2 mm., meist sind sie aber kleiner.

Der Hypersthen in diesen Gesteinen ist meist bis zu einem gewissen Grade idiomorph. Er bildet prismatische Individuen (vergl. die Abbildung im petrographischen Teil, Tafel »Strukturtypen«, Fig. 3), die nicht allzu selten Spuren einer stumpfpyramidalen Endigung erkennen lassen. Gewöhnlich ist er relativ arm an Einschlüssen. Die Spaltbarkeit nach einem Pyroxenprisma ist immer sehr deutlich. Morphologisch erinnert er sehr an Andalusit, dem er auch durch das hohe Relief gleicht; die Stärke der Doppelbrechung ist in beiden Mineralien ungefähr gleich. Zur Unterscheidung bedient man sich am besten der verschiedenen optischen Orientierung; beim Andalusit entspricht die Längsrichtung der Auslöschungsrichtung γ' , beim Andalusit der Auslöschungsrichtung α' . Die Ebene der optischen Achsen liegt in der Längsrichtung symmetrisch zum Pyroxenprisma.

¹ Ich möchte mich der Bezeichnungsweise anschließen, die alle optisch negativen rhombischen Pyroxene als Hypersthen definiert.

² Während der Drucklegung dieser Arbeit ersehe ich aus dem Referat im N. Jahrb. f. Min., 1910, II, p. 382, daß ERDMANNSDÖRFFER den Hypersthen als Kontaktmineral in umgewandelten Sedimenten des Harzes nachgewiesen hat. Die Originalarbeit (Jahrb. preuß. Landesanst. 1909, I) ist mir hier leider noch nicht zugänglich.

In Querschnitten erhält man das Interferenzbild der Bisektrix γ , welche stets die zweite Mittellinie ist. Die Doppelbrechung ist etwas höher als die des Quarzes; Schnitte β zeigen Gelb bis Gelbbraun erster Ordnung, wenn Quarz in demselben Dünnschliff Weiß der ersten Ordnung zeigt. Der Pleochroismus ist keineswegs stark und kann in dünnen Schliffen leicht übersehen werden. Ich fand: γ grünlich, β hellrötlich, α sehr blaß rosa. Der negative Achsenwinkel des rhombischen Pyroxens ist stets klein. In allen von mir untersuchten Schnitten $\perp \alpha$ sieht man beide Achsen gleichzeitig im Gesichtsfeld vom Objektiv FUESS 7; der Winkel $2E$ schwankt durchwegs um $100-110^\circ$, was bei $\beta = 1,72$ einem Winkel $2V = 53-57^\circ$ entsprechen würde. Mit BECKES Zeichentisch maß ich $E = 54^\circ$, entsprechend $2V = 56^\circ$ (bei $\beta = 1,72$).

Der kleine negative Achsenwinkel deutet auf ein sehr eisenreiches Glied der Reihe Enstatit-Hypersthen, der Gehalt an FeO dürfte wohl 20—30 % betragen. Damit stimmt das Resultat einer Analyse, die von BRÖGGER (l. c.) publiziert worden ist. SCHMELCK fand an Material, das mit schwerer Flüssigkeit isoliert worden war:

| | | |
|------------------|-----------|-------|
| SiO ₂ | | 48,10 |
| FeO | | 22,28 |
| MgO | | 21,83 |
| CaO | | 2,20 |
| | | 94,41 |

Der Verlust soll auf zu niedriger Bestimmung der Kieselsäure beruhen, rechnet man zu derselben noch 5,6 %, so stimmt die Analyse gut auf ein Metasilikat. Ob der Kalkgehalt dem rhombischen Pyroxen angehört, erscheint nicht vollständig sichergestellt, oft wird dieser nämlich von einem Pyroxen der Diopsidreihe begleitet. Zieht man, dem Kalkgehalt entsprechend, Magnesia und Kieselsäure ab und berechnet den Rest auf 100, so erhält man folgende Zusammensetzung des Hypersthens:

| | | |
|------------------|-----------|-------|
| SiO ₂ | | 53 % |
| FeO | | 25 » |
| MgO | | 22 » |
| | | 100 % |

Daß der rhombische Pyroxen dieser Gesteine ohne Substanzzufuhr gebildet ist, ergibt sich aus den Analysen der Hornfelse, die mit denen der unveränderten Tonschiefer völlig übereinstimmen (vergl. p. 23).

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Es sei hier zunächst der geschichtete Hornfels der Klasse 6 vom Axinitvorkommen im Aarvoldstal erwähnt. Dies war das erste Hypersthen-gestein, das ich aus den Kontaktzonen saurer Eruptive im Kristianiagebiet kennen lernte. Der Hypersthen bildet nur ganz kleine längliche Körner. Herr Prof. BECKE in Wien machte mich zuerst auf die Ähnlichkeit des Minerals mit Hypersthen aufmerksam, dessen große Verbreitung in Hornfelsen damals noch unbekannt war.

Die kleinen Hypersthenkörner stimmen in Bezug auf Spaltbarkeit und optische Eigenschaften völlig mit den oben beschriebenen überein. An einem Schnitt mit einer Achse und der Bisektrix α maß ich mit BECKES Zeichentisch den scheinbaren Achsenwinkel E zu $48,5^{\circ}$. Daraus folgt, unter Annahme von $\beta = 1,72$, der Winkel $2V = 52^{\circ}$, also ganz ähnlich dem Hypersthen aus der Kontaktzone von Sölvserget. Auch in dem Essexithornfels von Aarvold (vergl. p. 175) kommt eisenreicher rhombischer Pyroxen vor.

Auch in Hornfelsen, die als Einschlüsse im Nordmarkit von Kalbakken bei Grorud vorkommen, ist Hypersthen oft ein wesentlicher Gemengteil (siehe im petrographischen Teil, Hornfelse der Klassen 5 und 6). In Bezug auf optische Orientierung, Achsenwinkel und Pleochroismus stimmt er mit den oben beschriebenen völlig überein. Die großen Hypersthenindividuen eines Hornfelses der Klasse 5 zeigten den Pleochroismus besonders deutlich. In diesen Gesteinen bildet der Hypersthen teils deutliche Prismen, teils mehr unregelmäßig begrenzte Körner (vergl. die Abbildung im petrographischen Teil, Tafel »Strukturtypen«, Fig. 4).

Kontaktzonen des Natrongranits.

Im petrographischen Teil sind einige Hypersthen-führende Hornfelse aus der Gegend von Gunildrud (und weiter westlich) erwähnt. Der Hypersthen stimmt mit den oben beschriebenen völlig überein.

Kontaktzonen des Granitits.

Aus den Kontaktzonen des Granitits habe ich verhältnismäßig wenige kalkarme Hornfelse untersucht. Immerhin kenne ich einen typischen Vertreter der Klasse 4 aus der Gegend von Holmestrand. Der Hypersthen stimmt völlig mit dem aus den Kontaktprodukten des Nordmarkits von Kalbakken überein. Pleochroismus deutlich, $2E$ etwa 100° .

Wollastonit (mit einem Anhang: Bustamit).

In den Kalksilikatgesteinen unsrer Kontaktzonen ist Wollastonit sehr verbreitet. Die Bedingungen für die Entstehung von Wollastonit sind schon im petrographischen Teil erörtert worden.

Der Wollastonit kommt sowohl in solchen Kontaktgesteinen vor, die ohne Substanzzufuhr gebildet sind, als auch in Kalksteinen, denen vom Magma Kieselsäure zugeführt worden ist. Im einzelnen Fall ist es schwer zu entscheiden, ob eine Zufuhr von Kieselsäure stattgefunden hat, daher sollen im folgenden alle Vorkommen des Wollastonits gemeinsam besprochen werden. Die unter Stoffzufuhr entstandenen Wollastonite enthalten oft etwas Manganoxydul.

Kontaktzonen des Essexits.

Viksbergene, Hadeland. Bei ein paar kleinen Schürfen, dem Vorkommen des Heulandits, findet sich Wollastonit im grünen Granatfels. Im Dünnschliff erkennt man leicht die dicktafeligen Individuen des Wollastonits an dem kleinen negativen Achsenwinkel und der Lage der Achsen-ebene senkrecht auf die Längsrichtung der Krystalle, $2E$ schätzungsweise 70° . Lichtbrechung höher als Canadabalsam, wohl etwa 1,6. Spaltrisse gehn in der Längsrichtung der Krystalle. Sehr häufig sind Pseudomorphosen von Kalkspat nach Wollastonit.

In der Sammlung des min. Inst. fand sich ein Stück mit der Bezeichnung Skapolith, Viksbergene. Das graue stenglige Mineral erwies sich im Dünnschliff als Wollastonit.

Kontaktzonen des Akerits.

Vettakollen, nördlich von Kristiania: In der Kontaktzone des Akerits von Vettakollen ist Wollastonit an mehreren Stellen gefunden. Ein Handstück von silikatführendem Kalk aus der Sammlung des min. Inst., Fundort an der Holmenkolbahn, östlich von der Kurve bei Slemdal, enthielt unter anderm kurze Tafeln von Wollastonit mit den gewöhnlichen optischen Eigenschaften. Ein Handstück von Barnetjern bei Vettakollen ist wie das vorige von Herrn Prof. BRÖGGER gesammelt worden; es besteht fast nur aus grobstengligem gelbgrauen Wollastonit. Die Stengel erreichen Decimeterlänge. Die optische Orientierung ist die gewöhnliche, im Dünnschliff erkennt man außer Wollastonit noch Granat und Vesuvian. Dieses Stück soll aus einem der alten Schürfe der Gegend von Barnetjern stammen.

Auch aus der Kontaktzone des Larvikit-Monzonit bei Svartorsæteren in Nordmarken kenne ich Kalksilikatfelse mit Wollastonit.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Gegend von Aarvold-Grorud: Ob echter Wollastonit unter den Mineralien der Axinit-führenden Kalkscholle an der Ostseite des Aarvoldstals vorkommt, muß ich dahingestellt lassen, ein Wollastonit-ähnliches Mineral von dort ist unter Inesit besprochen. In einer kleinen Kalksilikat-Hornfels-Scholle, wenige Meter östlich vom Axinitvorkommen, findet sich dagegen Wollastonit. Das sehr feinkörnige grünlichgraue Gestein gehört zu den Kontaktprodukten von Kalksandsteinen, es ist schon im petrographischen Teil (pag. 197—198) beschrieben. Der Wollastonit ist sehr reichlich vorhanden, er zeigt polysynthetische Zwillingsbildung nach $\{100\}$.

Am Weg zum Axinitvorkommen finden sich Plagioklas-Cordierit-Hornfelse (Klasse 3), die im petrographischen Teil näher beschrieben sind. Diese Hornfelse wechsellagern mit Wollastonit-führenden Kalkschichten von Fußdicke, die Wollastonitstengel sind von schön weißer Farbe, sie erreichen Decimeterlänge.

Auf dem Rücken zwischen dem Aarvoldstal und der Gegend von Grorud findet man dicht bei dem kleinen Fußpfad vom Aarvoldstal ein dichtes weißes Gestein in losen Blöcken, es ist ein Wollastonitfels mit recht eigentümlicher Struktur. Im Dünnschliff erkennt man, daß Wollastonit fast allein auftritt und zwar in Form verfilzter Fasern, welche die optische Orientierung des Wollastonits erkennen lassen. Auf den ersten Blick erinnert das Mineral aber an Sillimannit, und es erscheint mir wahrscheinlich, daß ähnlicher Wollastonit mitunter für Sillimannit genommen wird. Der Wollastonit dieses Vorkommens hat stärkere Lichtbrechung als Canadabalsam, kleinen negativen Achsenwinkel, Achsenebene senkrecht auf die Längsrichtung der Fasern. Winkel und Lage der optischen Achsen lassen ihn mit Sicherheit von Sillimannit unterscheiden.

Weiter habe ich Wollastonit in kalkreichen Schichten einer Hornfels-Scholle im Nordmarkit von Grussletten bei Grorud gefunden. Er bildet mit monoklinem Pyroxen eine Schicht von Kalksilikathornfels. Der Wollastonit findet sich meist in größeren poikilitisch durchlöcherten Individuen, die zahlreiche Körner von diopsidischem Pyroxen umschließen. Der Wollastonit dieses Fundorts zeigt oft eine so feine und regelmäßige Zwillingslamellierung nach $\{100\}$, daß ich im ersten Augenblick geneigt war, ihn für basischen Plagioklas zu halten. Ein sicheres Unterscheidungsmittel ist der kleine negative Achsenwinkel des Wollastonits. Ich fand mit BECKES Zeichentisch den Winkel $E = 35^0$ (aus Achse und Mittellinie a). Daraus folgt unter Annahme von $\beta = 1,63$ der Winkel $2V = 41$. Achsendispersion stark $q > v$ um a . Dies stimmt mit den für Wollastonit angegebenen

Werten völlig überein. Die Ebene der optischen Achsen steht senkrecht auf die Richtung der Zwillingslamellen, Lichtbrechung und Doppelbrechung sind deutlich höher als bei basischem Plagioklas. Durch alle diese Kennzeichen ließ sich der Wollastonit von Grussletten sicher als solcher bestimmen.

Immerhin möchte ich an dieser Stelle auf die Ähnlichkeit zwischen Plagioklas und verzwillingtem Wollastonit hinweisen; bei der Bestimmung basischer Plagioklase in kalkreichen Kontaktgesteinen sollte man stets diese Ähnlichkeit im Auge behalten.

Die Zinkvorkommen des Elsjölfeldes, Hakedal: Im Elsjölfeld habe ich Wollastonit an vielen Stellen gefunden.

Bei Røraas sind die Kalkellipsoide und Kalkschichten der Alaunschiefer meist zu Granat-Graphit-Gesteinen umgewandelt, daneben kommt die Umwandlung in Wollastonit vor. Die Wollastonitmassen bestehen aus etwa 5 cm. langen Stengeln von weißer Farbe, die ein wenig Mangan enthalten. Die optische Orientierung ist die gewöhnliche, ich maß mit BECKES Zeichentisch den Winkel $2E$ zu 76° , daraus folgt unter Annahme von $\beta = 1,63$ der wahre Achsenwinkel $2V = 43^\circ$. Messungen an einem weniger günstig getroffenen Individuum (Messung des Abstandes zwischen α und einer Achse) ergaben für $2V$ den Wert 37° . Der für Wollastonit gewöhnlich angenommene Wert ist $2V = 41^\circ$. Bei Mineralien mit relativ schwacher Doppelbrechung, wie Wollastonit, ist die wichtigste Fehlerquelle bei der Achsenwinkelmessung am Dünnschliff die Breite und Verwaschenheit der Hyperbeln, die keine genaue Einstellung gestatten.

In den Kalksilikاتفelsen vom Dalstjern ist Wollastonit ebenfalls ganz gewöhnlich, die Individuen sind meist ausgesprochen tafelförmig und oft nach $\{100\}$ verzwillingt. Sie werden von Grossular und Vesuvian begleitet. Eine Achsenwinkelmessung mit dem Zeichentisch ergab $2V = 39^\circ$. Herr Ingenieur BORCHGREVINK schickte mir im Frühjahr 1910 stengelige Wollastonitmassen von Dalstjern.

Grua, Hadeland: Wollastonit ist ein ganz gewöhnliches Mineral in den Kalkmassen, die noch in den Skarngesteinen von Nysæter liegen. Es können zwei Typen von Krystallen unterschieden werden, lange Stengel, die man schon makroskopisch leicht erkennt, und dicktafelige kleine Individuen, auf die man gewöhnlich erst im Dünnschliff aufmerksam wird. Letztere zeigen nicht selten eine polysynthetische Zwillingslamellierung nach $\{100\}$, die an Plagioklase erinnert. Die optische Orientierung ist die gewöhnliche. Ich maß mit dem Zeichentisch $2V = 39^\circ$. In den verzwillingten Wollastoniten sieht man, bei centraler Lage der Bisektrix α in

einem Lamellensystem, die Bisektrix γ im andern Lamellensystem nahe dem Rande des Gesichtsfelds.

Skrukkelien bei Hurdalssjøen: Das Vorkommen ist von Prof. BRÜGGER (»Eruptivgest. d. Kristianiageb.« II, 1895, p. 145, Anm.) beschrieben worden. Ich habe die Kalkscholle im Nordmarkit am Gjödingelv im Sommer 1910 besucht. Die Scholle selbst ist leicht zu finden, sie liegt zwischen der Landstraße und dem Gjödingelv; den Aufschluß, der die guten Wollastonitstufen geliefert hat, konnte ich nicht wiederfinden, es soll ein längst verlassener kleiner Kalkbruch sein. In der Sammlung des min. Inst. finden sich zahlreiche Stücke von dort, die im Kalk Wollastonit mit Granat und Vesuvian zeigen. Der Wollastonit bildet teils dichte rötliche Faseraggregate, teils lange gelbgraue Stengel von Centimeterdicke. Einzelne Handstücke bestehn aus einem körnigen Aggregat von dicktafeligem Wollastonit, der hell gelblich durchscheinend ist. Im Dünnschliff zeigt der Wollastonit von Skrukkelien die gewöhnliche optische Orientierung, eine qualitative Untersuchung ergab die Gegenwart von nicht ganz wenig Mangan.

Bemerkenswert ist das Vorkommen von Wollastonit als Versteinerungsmittel dickschaliger Pentameriden an demselben Fundort. Die von Prof. BRÜGGER gesammelten Stücke zeigen die Brachiopodenschalen in Wollastonitstengel umgewandelt, die senkrecht auf deren Oberfläche stehn. Offenbar ist der grobkörnige Kalkspat der ursprünglichen Fossilien besonders leicht in Wollastonit umgewandelt worden.

Mistberget bei Eidsvold: Hier sind Kalksandsteine des Mittelsilurs am Kontakt mit Nordmarkit umgewandelt worden, wobei Wollastonit-reiche Kontaktgesteine resultierten, die unter den Kontaktprodukten von Kalksandsteinen auch im petrographischen Teil meiner Arbeit erwähnt sind. Die optische Orientierung des Wollastonits ist die gewöhnliche.

Kontaktzonen des Natrongranits.

Aus den Kalksilikathornfelsen der Kontaktzone von Gunildrud ist Wollastonit durch Prof. BRÜGGER beschrieben worden (»Die silurischen Etagen 2 und 3«).

Kontaktzonen des Granitits.

Konnerudkollen: In einem der Schürfe von Sata am Nordabhang des Konnerudkollen ist Wollastonit sehr häufig. Er findet sich mit Vesuvian und Grossular an der untern Grenze des Ludlowkalks (siehe im geol. Teil. p. 79). Der Wollastonit bildet decimeterdicke Schichten im Silikatführenden Kalkstein. Er ist sehr grobkristallinisch, die einzelnen Stengel sind oft zwei Decimeter lang bei mehreren Centimetern Dicke. Die Farbe

ist hell rosenrot, ich war anfänglich geneigt, einen Mangangehalt als Ursache der Färbung anzunehmen, es ist aber nur ganz wenig Mangan nachweisbar. Solange der Wollastonit frisch ist, sind dünne Schichten durchsichtig, bei der Zersetzung wird er trübe. Als Umwandlungsprodukt ist Apophyllit hier sehr gewöhnlich, im Dünnschliff beobachtet man, wie der Wollastonit längs Sprüngen in eine Zeolithmasse übergeht. Oft sieht man auch makroskopisch, daß handgroße Wollastonitplatten fast ganz in Zeolith umgewandelt sind.

Auch an der Nordseite des Tals von Drammen kommt Wollastonit vor; das mineralogische Institut erhielt Stücke auf einem Schurf auf Zinkblende im umgewandelten Silur nördlich von Mjøndalen. Mit Zinkblende und grünem Granat findet sich im Kalk farbloser Wollastonit in Form langer Stengel. Im Dünnschliff läßt sich Zwillingsbildung nach $\{100\}$ konstatieren, die optische Orientierung ist die gewöhnliche.

Aaserud-Gebiet: In manchen der Zinkblende-Schürfe in der Gegend von Aaserud kommt Wollastonit vor, so z. B. in den Schürfen bei dem Fluße Brømsa. Ich fand ihn erst im Dünnschliff und zwar in Form faseriger Aggregate mit der gewöhnlichen optischen Orientierung.

Das Zinkvorkommen von Rien: Hier ist Wollastonit ein ganz gewöhnliches Mineral im Silikat-führenden Kalk. Oft bildet er darin eigne Schichten von rötlichgelber Farbe. Der Wollastonit von Rien zeigte sich bei einer qualitativen Untersuchung reich an Mangan; er ist wohl identisch mit dem manganhaltigen Wollastonit von Gjellebæk. Im Dünnschliff erkennt man in den Wollastonit-Schichten noch Quarz und unveränderten Kalkspat. Der Wollastonit bildet regellos durcheinander liegende dünne Nadeln mit kleinem negativen Achsenwinkel, Ebene der optischen Achsen senkrecht auf die Längsrichtung der Nadeln. Zwillingsbildung nach $\{100\}$ ist ganz häufig. An der Grenze zwischen Wollastonit- und Grossular-Schichten trifft man Vesuvian.

Herr Amanuensis SCHETELIG brachte mir von Rien ein sehr feinkörniges hellrotes Mineral, das sich als reich an Mangan erwies. Im Dünnschliff erkennt man bei Anwendung starker Vergrößerung Aggregate feiner Nadeln. Vielleicht handelt es sich um einen manganreichen Wollastonit.

Hörtekollen: Zusammen mit Helvin kommt in der Kalksilikatscholle der alten Magnetitgrube auch rötlichgelber Wollastonit vor (ich habe ihn nur im Dünnschliff beobachtet). Auch in den umgewandelten Kalkknollen der Schieferhornfelse kommt er ab und zu vor.

Weiter südlich in den umgewandelten Kalksteinen der Silurmulde von Sjaastad findet sich das Mineral ebenfalls.

Gjellebæk: An der Ostseite des Liertals in der Kontaktzone von Gjellebæk ist Wollastonit sehr häufig. Einer der schönsten Fundorte ist ein Marmorbruch bei Griserud, gleich südlich von der alten Fahrstraße. Das Vorkommen ist im geologischen Teil (p. 94—98) beschrieben, der Wollastonit findet sich neben Andradit an Spalten im Marmor. Gewöhnlich sind die Andraditgänge an beiden Seiten von Wollastonitbüscheln begleitet. Ein ähnliches Vorkommen von (ebenfalls manganhaltigem) Wollastonit längs Spalten im Kalk hat BERGEAT aus den Kontaktzonen von Concepción del Oro in Mexico beschrieben (N. Jahrb. Min., Beilage-Bd. 27, p. 542).

J. ESMARK war wohl der Erste, der sich mit dem Mineral beschäftigte. Es gelang mir nicht festzustellen, ob er selbst Mitteilungen darüber veröffentlicht hat, aber nach übereinstimmenden Angaben von C. F. NAUMANN, B. M. KEILHAU und andern hat er den Mangangehalt des Minerals erkannt, und es »Braunstein-Tremolith« genannt (vergl. p. 4—7). W. HISINGER, der das Vorkommen 1821 ebenfalls besucht hat, erkannte, daß kein Tremolith vorlag, sondern ein Kalksilikat. Auf Grundlage einer Mitteilung von HISINGER stellte NAUMANN das Mineral zum Tafelspat (vergl. p. 6). HISINGER (Kgl. Vetensk. Acad. Handlingar 1823, Stockholm) veröffentlichte dann eine vollständige Analyse, siehe unten. Später wurde das Mineral auf Grundlage derselben, welche an sehr unreinem Material ausgeführt war, dem sogenannten Aedelforsit zugezählt. Viele Jahre später (1864) wurde der manganhaltige Wollastonit von Gjellebæk wieder untersucht, und zwar von G. FORCHHAMMER (Overs. over det kgl. danske Vid.-Selsk. Forh. April 1864). FORCHHAMMERS Analyse ergab, daß ein manganhaltiger Wollastonit vorlag, der stark mit Quarz und Kalkspat verunreinigt war (vergl. unten). Die Beschreibung, die er von dem analysierten Material gab, stimmt völlig mit den Angaben aller andern Beobachter.

Später wird das Vorkommen mehrfach in der Literatur erwähnt, so z. B. in KJERULFS Arbeiten über das Kristianiagebiet. In der Sammlung des min. Inst. befinden sich zahlreiche alte Handstücke des Minerals, welche die Identität mit dem von mir untersuchten Material zeigen.

Der von mir untersuchte Wollastonit von Griserud bildet büschelige Aggregate von etwa 5 cm. langen Stengeln. Im frischen Zustand ist er rein weiß gefärbt, bei beginnender Verwitterung äußert sich der Mangangehalt in einer rötlichgelben Färbung des Minerals. Dünnschliffe der Wollastonit-Aggregate zeigen, daß die Stengel und Fasern von Wollastonit in einer Grundmasse eingewachsen sind, die aus Quarz und Kalkspat besteht. In derselben Grundmasse liegen Krystalle von Granat (wohl Andradit) und diopsidischem Pyroxen. Makroskopisch und im Dünnschliff erkennt man Körner von hellgelber Zinkblende als Begleiter des Wollastonits.

Der Wollastonit selbst bildet ganz dünne, nach der b-Achse verlängerte Nadeln, die nicht selten Zwillingbildung nach {100} zeigen. Das optische Verhalten entspricht trotz des hohen Mangangehalts (siehe auch weiter unten unter Bustamit) dem monoklinen System, Längsschnitte zeigen immer gerade Auslöschung. Die Ebene der optischen Achsen steht senkrecht auf der Längsrichtung der Stengel. Doppelbrechung negativ, Achsenwinkel sehr klein, entschieden kleiner als bei reinem Kalkwollastonit. Ich maß mit BECKES Zeichentisch an dem analysierten Material $2E = 43''$, für gewöhnlichen Wollastonit wird 69^0 angegeben. An weißem stengeligem Wollastonit, der mit Kalkspat, Quarz, diopsidischem Pyroxen und Granat verunreinigt war, führte ich eine Analyse aus.

Durch Digestion des feinen Pulvers mit starker Salzsäure ging alles in Lösung außer gelatinöser Kieselsäure, Granat und Quarz. Die Kieselsäure wurde zusammen mit dem unlöslichen Rückstand gewogen, in einer besondern Probe bestimmte ich die Kieselsäure nach Aufschluß mit Sodaschmelze, der unlösliche Rückstand der ersten Analyse wurde dann als Andradit berechnet. Als hygroskopisches Wasser wurde der Gewichtsverlust im Exsiccator über konz. Schwefelsäure betrachtet. Auf Alkalien wurde nicht geprüft.

Ich fand die unter III angeführte Zusammensetzung; I ist HISINGERS Analyse (1823), II FORCHHAMMERS (1864), beide ebenfalls an Material von Gjellebæk.

| | I | II | III |
|--------------------------------------|-------|--------|-------|
| Unlöslich { SiO ₂ . . . | 43,37 | 34,55 | 42,84 |
| { Quarz . . . | — | 14,91 | — |
| { Andradit . . . | — | — | 8,21 |
| Al ₂ O ₃ . . . | — | — | fehlt |
| FeO . . . | 1,43 | 2,05 | 0,53 |
| MnO . . . | 4,96 | 3,86 | 4,96 |
| MgO . . . | — | — | 0,19 |
| CaO . . . | 38,43 | 38,84 | 36,90 |
| CO ₂ . . . | 11,37 | 6,68 | 5,16 |
| H ₂ O (hygr.) | — | — | 0,36 |
| H ₂ O . . . | — | — | 0,31 |
| | 99,56 | 100,89 | 99,46 |

Es ist interessant zu sehn, wie diese drei Analysen, die mit einem Zwischenraum von je über 40 Jahren ausgeführt wurden, im wesentlichen übereinstimmen.

Die Analyse III läßt sich folgendermaßen berechnen:

| | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Kalkspat | 11,73 ⁰ / ₁₀₀ |
| Andradit | 8,21 |
| Diopsid | 1,02 |
| Hedenbergit | 1,78 |
| MnSiO ₃ | 9,18 |
| CaSiO ₃ | 61,62 |
| Quarz | 5,24 |
| Wasser | 0,67 |
| | 99,45 ⁰ / ₁₀₀ |

Es läßt sich schwer feststellen, wieviel Mangansilikat in den diopsidischen Pyroxen eingeht, und ob nicht anderseits etwas Eisen im Wollastonit gebunden ist. Nimmt man in obiger Zusammenstellung alles Mangansilikat als dem Wollastonit angehörig an und berechnet man die Zusammensetzung des Wollastonits auf 100 ⁰/₁₀₀, so erhält man die folgende Zahlen. Zum Vergleich ist die auf 100 berechnete Zusammensetzung des Manganwollastonits von Mexico nach BERGEAT (N. Jahrb. Min. Beilage Bd. 28, 1909, p. 542) angeführt:

| | Griserud | Mexico |
|----------------------|----------|--------|
| SiO ₂ . . | 50,98 | 51,27 |
| MnO . . | 7,00 | 4,22 |
| CaO . . | 42,02 | 44,51 |
| | 100,00 | 100,00 |

In die Analyse des Manganwollastonits von Mexico geht allerdings noch 4,66 ⁰/₁₀₀ Wasser ein, wohl in Form eines Kalkzeolithen, was den berechneten Mangangehalt zu niedrig erscheinen läßt.

Jedenfalls sieht man aus beiden Analysen, daß der Wollastonit eine beträchtliche Menge des Rhodonitsilikats in monokliner Form aufzunehmen vermag (vergl. weiter unten Bustamit).

Pseudomorphosen nach Wollastonit(?) von Gjellebæk.

Das Vorkommen dieser Pseudomorphosen ist schon im geologischen Teil erwähnt worden (vergl. p. 98). Sie wurden zuerst von Herrn Prof. BRÖGGER entdeckt. Die tafelförmigen Pseudomorphosen finden sich im blauen Kontaktmarmor, der dünne Schichten im Mergelhornfels bildet, zum Teil sind sie aus dem Kalk herausgewittert.

In ihrer Form erinnern die Pseudomorphosen an Wollastonit. Es sind dünne rektanguläre Tafeln, oft nach einem Kantenpaar verlängert. Zu

genauen Messungen sind die randlich begrenzenden Flächen nicht geeignet, wenigstens an dem Material, das mir zugänglich war (leider stand mir durch zufällige Umstände nur ein recht geringes Material zur Verfügung).

Die Pseudomorphosen bestehen in den meisten Fällen aus einem regellos körnigen Quarzaggregat, in einigen wenigen Individuen findet sich ein andres Mineral, das ich zunächst für einen Zeolithen hielt (vergl. p. 98). Dieses Mineral bildet Aggregate dünner Blättchen. Lichtbrechung recht niedrig; γ etwas höher als der Brechungsquotient von Canadabalsam, α dagegen deutlich niedriger. Doppelbrechung ziemlich stark, die erste Mittellinie eines kleinen negativen Achsenwinkels steht ungefähr senkrecht auf der Tafelebene (und Spaltungsrichtung). Das optische Verhalten stimmt mit Talk überein, bei einer qualitativen Untersuchung wurde Magnesia nachgewiesen. Sehr selten bestehen die Pseudomorphosen überwiegend aus dem blättrigen Mineral, das dann in seiner Anordnung eine Spaltbarkeit des ursprünglichen Minerals nach der Tafelfläche andeutet.

Die Quarzpseudomorphosen sind oftmals zerbrochen und wieder durch Quarz verkittet worden.

Ob das ursprüngliche Mineral Wollastonit gewesen ist, muß ich dahingestellt sein lassen.

Ueber den Bustamit.

Die Untersuchung des Wollastonits von Griserud ergab, daß etwa 7 % MnO in den Wollastonit eingehn können.

Die Mischkrystalle mit einem Gehalt von etwa 13 % Rhodonitsilikat, zeigen die monokline Form des Wollastonits, d. h. die Rhodonitsubstanz muß in einer monoklinen Modifikation beigemischt sein.

Diese Beobachtung legte es nahe, die Angaben über isomorphe Mischungen von CaSiO_3 und MnSiO_3 nachzuprüfen. Von besonderem Interesse erschien in dieser Reihe das Mineral Bustamit.

Kürzlich wurde von A. S. GINSBERG (Zeitschr. f. anorg. Chem. 59, 1908, p. 346) die Ansicht geäußert, der Bustamit besäße die monokline Wollastonitform. Bei Schmelzversuchen erhielt er isomorphe Mischungen von Mangansilikat und Kalksilikat, die in Form des Wollastonits krystallisiert sein sollten.

Aeltere mineralogische Angaben sprechen aber bestimmt für eine triklinen Krystallform des Bustamits (DESCLOIZEAUX, Bull. soc. min. Paris, 7, 1884, p. 75), der mit Rhodonit isomorph sein sollte.

Diese Beobachtungen ließen darauf schließen, daß bei den natürlichen Kalk-Mangan-Metasilikaten eine isodimorphe Mischungsreihe vorliegen könnte. Rhodonit sollte demnach Kalksilikat in trikliner Form aufnehmen können,

Wollastonit dagegen Mangansilikat in monokliner. Es erschien mir vor allem erwünscht, einen typischen Bustamit optisch zu untersuchen.

Herr Prof. Dr. F. SLAVIK in Prag hatte die große Liebenswürdigkeit, mir aus der Sammlung des böhmischen Nationalmuseums eine Bustamitstufe von Campiglia Marittima¹ in Toscana zu schicken.

Zwei Dünnschliffe, einer parallel den Stengeln, einer senkrecht darauf, ergaben sofort, daß auch der Bustamit von Campiglia keinesfalls mit Wollastonit isomorph sein kann. Die Längsschnitte zeigten zum Teil sehr schiefe Auslöschung.

Ich machte folgende Beobachtungen:

1. Längsschnitte: Schnitte mit der höchsten Interferenzfarbe lagen sehr nahe an der optischen Normalen; ich maß an solchen Längsschnitten den Winkel zwischen der Längsrichtung und der Auslöschungsrichtung γ zu 56° , dies schließt eine Isomorphie mit Wollastonit aus. Andre Längsschnitte zeigten sehr niedrige Interferenzfarben und im konvergenten Licht das Bild einer optischen Achse mitten im Gesichtsfeld. Doppelbrechung positiv, $2V$ schätzungsweise 60° — 70° . Die Ebene der optischen Achsen entspricht genau der Längsrichtung der Krystalle.

2. Querschnitte: Diese zeigen den Austritt der andern optischen Achse nahe dem Rande des Gesichtsfelds, bei symmetrischem Durchgang der Achsenebene. Der Pol der Schnittfläche liegt zwischen dieser Achse und der Bisektrix α .

Es mag hinzugefügt werden, daß der Bustamit vollkommen den älteren Beschreibungen entspricht, die gelblichroten Stengel werden bei Erhitzung durch Oxydation des Mangans dunkelbraun. Zu einer quantitativen Analyse war das Material leider nicht ausreichend.

Die optischen Beobachtungen erlauben zwei verschiedene Deutungen. Die erste ist, daß der Bustamit triklin sei, und in diesem Fall wahrscheinlich isomorph mit Rhodonit. Die zweite Möglichkeit wäre, daß der Bustamit von Campiglia monoklin sei, dann aber *nicht isomorph mit Wollastonit*, sondern mit den Pyroxenen vom Typus des Diopsids. Letztere Deutung erscheint mir recht wahrscheinlich, weil die Ebene der optischen Achsen der Spaltungszone entspricht.

Die Analyse des Bustamits von Campiglia ist von G. v. RATH ausgeführt worden (Zeitschr. d. d. geol. Ges., 20, 1868, p. 337). Die Zusammensetzung entfernt sich gar nicht weit von gleichen molekularen

¹ Später erhielt ich durch freundliche Vermittlung von Herrn Prof. SLAVIK ein größeres Material von Bustamit mit der Fundortsangabe Rocca S. Silvestro, Campiglia Marittima, Toscana. Die optischen Beobachtungen an diesem Material stimmen völlig mit den oben mitgeteilten überein.

Mengen Kalk und Mangan. Schon G. v. RATH nennt den Bustamit einen Kalk-Mangan-Augit, den er mit dem Kalk-Eisen-Augit, dem Hedenbergit, vergleicht.

Später hat J. W. RETGERS (Zeitschr. f. phys. Chem. 16, 1895, p. 616) den Bustamit als Doppelsalz $\text{CaMnSi}_2\text{O}_6$ bezeichnet. Er nimmt den Bustamit (auf Grundlage der damals vorliegenden Untersuchungen) als triklin an.

Um die Isomorphiebeziehungen des Bustamits endgültig zu entscheiden, wäre ein besseres Material nötig, als es zu meiner Verfügung steht. Durch optische Untersuchungen an genau orientierten Schliffrn von analysiertem Material wäre die Frage leicht zu lösen. Es wäre sehr erwünscht, den Bustamit von Rézbanya¹ optisch zu untersuchen.

Ueber die Isomorphieverhältnisse in der Reihe Wollastonit-Rhodonit wissen wir bis jetzt folgendes mit Sicherheit:

Der Wollastonit nimmt bis etwa 7 % MnO in der monoklinen Form des Wollastonits auf.

Der Rhodonit nimmt mindestens 10 % CaO in der triklinen Form des Rhodonits² auf.

Es gibt einheitliche stenglige Mineralien mit annähernd gleichen molekularen Mengen Calciummetasilikat und Manganmetasilikat. Diese Mineralien, die sogenannte Bustamitgruppe, sind entweder isomorph mit Rhodonit, oder sie sind, was viel wahrscheinlicher erscheint, Endglieder einer isomorphen Reihe Hedenbergit-Manganhedenbergit-Bustamit.

Wir hätten somit den Fall einer isodimorphen Mischungsreihe zwischen MnSiO_3 (triklin) und CaSiO_3 (monoklin). Dazu käme dann noch ein Doppelsalz $\text{CaMnSi}_2\text{O}_6$, der Bustamit, der wahrscheinlich monoklin und mit keinem der Endglieder geometrisch isomorph ist, aber vielleicht etwas MnSiO_3 aufnehmen kann.

Diese Beziehungen, die aus den Eigenschaften der natürlichen Silikate abgeleitet wurden, zeigen sich auch bei den entsprechenden synthetischen Produkten.

In J. H. L. VOGTS »Silikatschmelzlösungen«, I, p. 33 wird nämlich ein künstliches Schmelzprodukt der beiden Metasilikate mit dem Verhältnis $\text{Ca} : \text{Mn} = 0,6 : 0,4$ beschrieben. Es soll als »Augit, nebst ein wenig Glas« entwickelt sein. »Die Querschnitte des Minerals sind typische Augit-Querschnitte, von ∞P begrenzt; Spaltbarkeit nach ∞P ; Auslöschung nach den Pinakoiden. Die Längenschnitte zeigen bis $35-40^\circ$ schiefe Aus-

¹ Nach SIPÖCZ und TSCHERMAK (Tschermaks Min. Mitt., 1873, p. 31 u. 45) entspricht dieser genau der Formel $\text{CaMnSi}_2\text{O}_6$.

² Der Bustamit, den DESCLOIZEAUX optisch untersucht hat, dürfte ein solcher Rhodonit mit triklin beigemischtem Kalksilikat sein.

löschung (wohl für $c : \alpha$, Verf.). Interferenzfarben und Aussehen wie bei den gewöhnlichen monoklinen Augiten*.

Dieser Augit entspricht offenbar dem Bustamit von Campiglia.

In den Kontaktzonen des Kristianiagebiets ist Bustamit bis jetzt noch nicht gefunden worden.

Diopsidische Pyroxene.

In genetischer Beziehung lassen sich zwei Hauptgruppen diopsidischer Pyroxene in den Kontaktzonen unterscheiden, die Pyroxene normaler Kontaktgesteine, die ohne Substanzzufuhr gebildet sind, und die Pyroxene der Skarngesteine, die unter Zufuhr entstanden sind. Erstere sind durchwegs reich an dem Diopsidsilikat, in letzteren ist das Hedenbergitsilikat vorherrschend.

Es ist aber schwierig, eine solche Teilung konsequent durchzuführen. Einerseits enthalten die diopsidischen Pyroxene normaler Kontaktgesteine durchwegs recht viel Eisenoxydul (der Eisenoxydulgehalt der Mergelschiefer ist meist größer als der Magnesiagehalt). Andererseits enthalten die Pyroxene der Kontakterzlagerstätten meist einige Prozente Magnesia, die wohl aus den umgewandelten Kalksteinen stammen.

Im folgenden habe ich versucht, eine Einteilung in diese zwei Gruppen durchzuführen. In einem Anhang wird die Uralitbildung aus Pyroxen an einigen Beispielen besprochen.

Die Pyroxene normaler Kontaktgesteine.

In diesem Abschnitt sollen nur einige wenige der von mir untersuchten Vorkommen erwähnt werden. Die diopsidischen Pyroxene der Hornfelse bieten nur wenig Abwechslung in ihren optischen Eigenschaften. In chemischer Beziehung dürften sie meistens dem Salit nahe stehn, also etwa gleiche Gewichtsmengen des Hedenbergitsilikats und Diopsidsilikats enthalten. Dazu kommt wohl oft ein kleiner Gehalt an Sesquioxyd-haltigen Molekülen. Im Dünnschliff sind die Pyroxene der Hornfelse gewöhnlich hell grünlich gefärbt.

Kontaktzonen des Essexits, Akerits und Larvikit-Monzonits.

Aus den Kontaktzonen dieser Gesteine kenne ich diopsidische Pyroxene in Hornfelsen der Klassen 6, 7, 8, 9 und 10 (vergl. im petrogr. Teil). Sie sind völlig identisch mit den Pyroxenen in Kontaktzonen saurer Tiefengesteine.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Beispielsweise möge ein Vorkommen näher beschrieben werden.

Axinitvorkommen im Aarvoldstal (Ostseite): Diopsidischer Pyroxen ist einer der Hauptbestandteile in einem Hornfels der Klasse 10, der schon im petrogr. Teil erwähnt ist (siehe p. 196). Der Pyroxen zeigt nicht selten Begrenzung durch Krystallflächen, im Dünnschliff beobachtete ich $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $p\{101\}$. Die Krystalle sind wesentlich durch a , b und p begrenzt und nach der b -Achse verlängert. Die Fläche $p\{101\}$ ist immer viel größer als $c\{001\}$, was bei den Pyroxenen der Kontaktgesteine überhaupt durchwegs der Fall ist.

Zonarer Aufbau ist häufig, und zwar ist der Kern oft reicher an dem Diopsidsilikat als die Hülle. Dies ergibt sich aus folgenden Beobachtungen:

1. Auslöschungswinkel $c:\gamma$ kleiner im Kern als in der Hülle.
2. Doppelbrechung kleiner in der Hülle als im Kern.
3. Hülle intensiver grünlich gefärbt als der Kern.

In Schnitten parallel $\{010\}$ wurde der Winkel $c:\gamma$ an vielen Individuen gemessen. Für den Kern erhielt ich Werte zwischen 37° und 41° , für die Hülle 43° — 45° . Auslöschungsdispersion nicht nachweisbar. Für die Höhe der Doppelbrechung fand ich beim Kern den Wert $(\gamma - \alpha) = 0,03$, Hülle etwas niedriger. Der Achsenwinkel wurde an zahlreichen Individuen mit BECKES Zeichentisch gemessen. Die erhaltenen Werte für $2V$ schwankten zwischen 56° und 60° , die besten Schnitte ergaben durchwegs 60° (sowohl für den Kern wie die Hülle). Entsprechend dem Unterschied im Auslöschungswinkel $c:\gamma$ liegen die gleichwertigen optischen Achsen in Kern und Hülle einige Grade voneinander entfernt. Die optische Achse A (die in $\{100\}$ Schnitten sichtbar ist) war deutlich dispergiert, und zwar $\rho > v$ um die spitze Bisektrix γ . Die optische Achse B zeigte teils sehr schwache Dispersion in demselben Sinne, teils war die Dispersion nicht merkbar. Dies gilt sowohl für den Kern, als auch für die Hülle.

Nicht selten beobachtet man drei verschiedene Zonen an demselben Krystall mit einer äußersten sehr diopsidreichen Hülle, auch mehrfache Rekurrenzen kommen vor. Die alleräußerste Zone der Pyroxene ist oft in Serpentin umgewandelt. Die Serpentinfasern sind parallel der Vertikalachse des Pyroxens orientiert, durch ihre niedrige Lichtbrechung (niedriger als die von Canadabalsam) sind sie leicht kenntlich. Diese Serpentinhülle ist den Pyroxenen nur in der Richtung der Vertikalachse aufgesetzt, den Flächen a , b und m fehlt sie völlig.

Als Beispiel für einen Pyroxen in Hornfelsen der Klasse 7 sei auf die Beschreibung p. 182 verwiesen.

Kontaktzonen des Natrongranits.

In Mergelhornfelsen ist diopsidischer Pyroxen an beiden Seiten des Sees Ekern ganz gewöhnlich, als Beispiel mögen Hornfelse der Klasse 7 vom Hamrefjeld erwähnt werden.

Außer in den feinkörnigen Hornfelsen findet sich der Diopsid auf dem Hamrefjeld auch in einzelnen Krystallen, die mit Vesuvian in Kalkspat eingewachsen sind. Die besten Krystalle fand ich auf einer alten Skapolithstufe des mineralogischen Instituts. Die hellgrünen durchsichtigen Diopside erreichten nur eine Größe von etwa 2 mm. Ein etwa 1 mm. langer Krystall erschien besonders geeignet zur kristallographischen Untersuchung. Ich fand folgende Formen:

$a \{100\}$, $\chi \{510\}$, $m \{110\}$, $b \{010\}$, $c \{001\}$,
 $p \{\bar{1}01\}$, $u \{111\}$, $o \{221\}$, $s \{\bar{1}11\}$, $t \{\bar{1}12\}$,
 $k \{312\}$. Bemerkenswert ist das Auftreten der seltenen Form $t \{\bar{1}12\}$ (vergl. ZAMBONINI Z. K. 46, 1909, p. 22). Der Krystall ist an beiden Enden der c-Axe ausgebildet. Alle Formen gaben ausgezeichnete Reflexe, außer $\chi \{510\}$, von der nur eine äußerst schmale Fläche vorhanden war, und $c \{001\}$, deren beide Flächen matt waren. Folgende Winkel wurden gemessen:

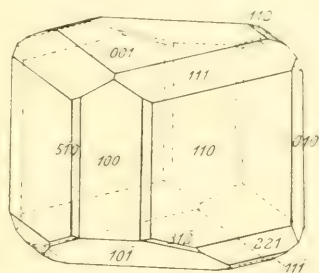


Fig. 40. Diopsid, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{110\}$, $\{510\}$, $\{111\}$, $\{221\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{1}12\}$, $\{312\}$, Hamrefjeld.

| | Gemessen (Mittel) | n | Berechnet (ZAMBONINI, l. c.) |
|-----------------------------|-------------------|---|------------------------------|
| $(110) : (100)$ | $46^0 24'$ | 3 | $46^0 25'$ |
| $(510) : (100)$ | $(12 \ 30)$ | 1 | 11 52 |
| $(110) : (10\bar{1})$ | 79 17 | 2 | 79 23 |
| $(110) : (111)$ | 45 18 | 4 | 45 20,5 |
| $(\bar{1}10) : (\bar{2}21)$ | 35 30 | 1 | 35 29,5 |
| $(\bar{1}10) : (\bar{1}11)$ | 58 35 | 1 | 58 48,5 |
| $(\bar{1}10) : (\bar{1}12)$ | 78 15 | 1 | 78 18,5 |
| $(\bar{1}01) : (\bar{3}12)$ | 19 45 | 1 | 19 45 |

Auf Fig. 40 habe ich eine schematisierte Abbildung dieses Diopsids vom Hamrefjeld gegeben.

Kontaktzonen des Granitits.

Die diopsidischen Pyroxene der Kalksilikathornfelse sind schon im petrographischen Teil beschrieben worden. Die Berechnung einer Hornfelsanalyse zeigte, daß die Zusammensetzung des Pyroxens einem diopsidischem Augit entspricht (vergl. p. 190). Der Pyroxen bildet in diesen

Kalksilikathornfelsen rundliche Körner, die im Dünnschliff deutlich hellgrünlich gefärbt sind. Auf der Tafel »Strukturtypen der Kontaktgesteine« ist als Fig. 5 ein Hornfels der Klasse 7 von der Narverud-Grube dargestellt, der sehr reich an Pyroxen ist.

Zur näheren optischen Untersuchung sind die kleinen Pyroxenkörner derartiger Kalksilikathornfelse wenig geeignet, die kurzen Spaltrisse erlauben oft nicht einmal eine genaue Feststellung des Auslöschungswinkels. In allen von mir untersuchten Gesteinen zeigte der Pyroxen positive Doppelbrechung, $2V$ etwa 60^0 .

Auch ein Vorkommen von *Fassait* möge hier Erwähnung finden. Herr Prof. BRÖGGER fand Fassait an der Grenze obersilurischer Sedimente gegen Granit auf dem Solbergfjeld nördlich von Mjøndalen bei Drammen. Stücke in der Sammlung des min. Inst. zeigen den Pyroxen mit Granat und viel Magnetit im Kalkstein eingewachsen, einige Krystalle sind an der Oberfläche der Stufen herausgewittert. Der Magnetit ist sicher unter Eisenzufuhr entstanden, der Pyroxen dürfte aus Material des ursprünglichen Sediments gebildet sein. Die centimetergroßen grünen Pyroxenkrystalle zeigen ausgesprochenen Fassait-Habitus. Zu genaueren Messungen sind sie wenig geeignet, immerhin konnten die auftretenden Flächen sicher identifiziert werden.

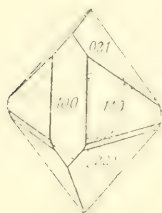


Fig. 41. Fassait,
 $\{100\}$, $\{110\}$, $\{021\}$,
 $\{221\}$, $\{331\}$, Solbergfjeld.

Die vorherrschenden Flächen sind $m \{110\}$, $z \{021\}$, $o \{211\}$, dazu tritt noch $a \{100\}$, sowie untergeordnet (und nicht an allen Krystallen vorhanden) $c \{001\}$ und $\lambda \{331\}$. Auf Fig. 41 ist einer der von mir gemessenen Krystalle dargestellt. Es hätte keinen Zweck, die gemessenen Winkel wiederzugeben, sie stimmen mit den für Diopsid angegebenen völlig überein.

Die Fläche $\{331\}$ in der Zone $\{221\} : \{110\}$ wurde aus folgender Messung bestimmt:

| | Gemessen | Berechnet (ZAMBONINI) |
|-------------------------|------------|-----------------------|
| $(\bar{3}31) : \{110\}$ | $24^0 20'$ | $24^0 26,5'$ |

In den Kontaktprodukten unreiner Kalksteine ist diopsidischer Pyroxen sehr verbreitet (siehe p. 196 unten). Die optischen Eigenschaften deuten meist auf Salit, die Krystallform ist meist dieselbe, wie bei dem oben beschriebenen Pyroxen von Aarvold, oft finden sich auch prismatische Krystalle.

Die Pyroxene der Erzlagerstätten in den Kontaktzonen.

Ganz analog dem Andradit treten auf den Kontaktlagerstätten eisenreiche Pyroxene auf, die durch metasomatische Prozesse im Kalkstein gebildet sind.

Im folgenden sollen solche Pyroxene der Erzlagerstätten beschrieben werden, die sicher unter Zufuhr von Eisen gebildet sind. Solche finden sich stellenweise in bedeutender Menge und bilden dann einen *Hedenbergitskarn*, der in geologischer Beziehung dem *Andraditskarn* äquivalent ist.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Hakedal.

Die Zinkvorkommen des Kirkebyfeldes: Der mit Zinkblende imprägnierte Ceratopygenkalk ist stellenweise zu reinem Andraditfels umge-

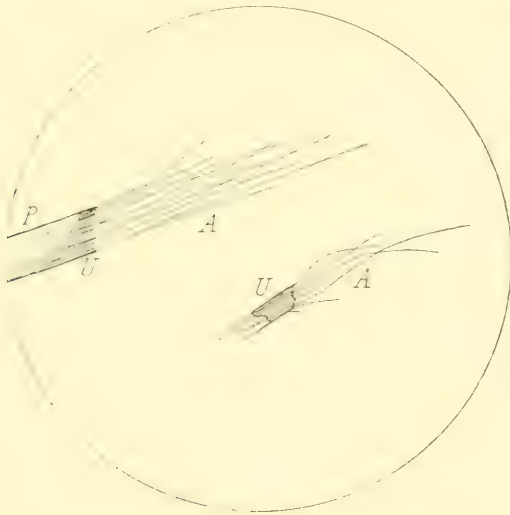


Fig. 42.

Pyroxen, teilweise uralitisiert, Hakedal. *P* = Pyroxen, *U* = Uralit, *A* = Amphibolstengel. Vergr. ca. 150.

wandelt (vergl. Andradit). Bei dem Teiche Abortjern ist im Ceratopygenkalk neben Andradit auch Pyroxen sehr reichlich, an manchen Orten ist hier der Kalk zu reinem Pyroxenfels geworden.

Der Pyroxen ist offenbar reich an dem Hedenbergit-Silikat. An einem sehr guten Schnitt β maß ich $c : \gamma = 46,3^\circ$. Die Doppelbrechung ist positiv; ich maß mit dem Zeichentisch einen Achsenwinkel $2V$ von etwa 60° . Beide optischen Achsen haben ganz schwache Dispersion $q > v$ um die spitze Bisektrix γ . Der Pyroxen ist gewöhnlich nicht idiomorph begrenzt, nur gegen Quarz sind lange Prismen ausgebildet.

An den Enden der Pyroxenstengel sitzen im Quarz oft lange Haare einer grünen Hornblende, die wie ein Pinsel am Pyroxen sitzen. Die Hornblende ist auf Kosten des Pyroxens gebildet und verdrängt ihn stellenweise nach Art des Uralits. Solche Pyroxene mit Hornblendehaaren sind auf Fig. 42 abgebildet.

Nicht selten sind die Pyroxenstengel pseudomorph in ein rötliches isotropes Mineral mit sehr hoher Lichtbrechung umgewandelt. Ich habe dieses Mineral als Granat bestimmt. Wahrscheinlich ist es Andradit, und die Umwandlung ist nach folgender Gleichung vor sich gegangen:

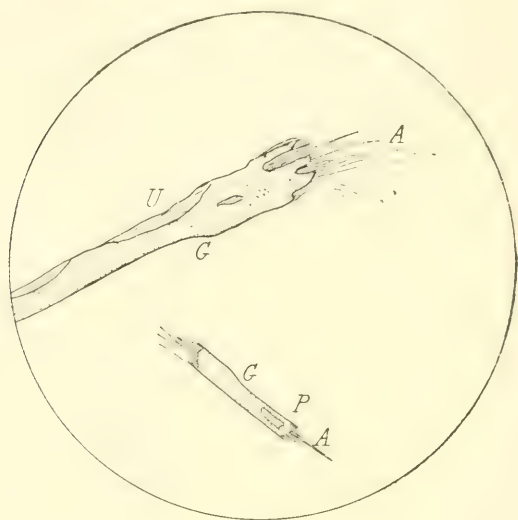
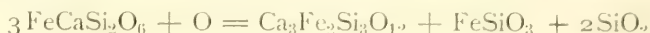


Fig. 43.

Pyroxen, teils uralitisiert, teils zu Granat umgewandelt, Hakedal. *P* = Pyroxen, *G* = Granat (punktiert), *U* = Uralit, *A* = Amphibolstengel.

Vergr. ca. 150.

Das überschüssige Eisensilikat mag dann bei der Bildung der Hornblende verbraucht worden sein. Man findet öfters folgendes Bild. In der Form des Pyroxens liegt zu innerst ein Rest von Hedenbergit, darauf folgt eine Schicht von isotropem Granat, die äußerste Hülle der Pseudomorphose wird von grünem Amphibol gebildet. Vergl. Fig. 43.

Die Hornblende ist nach ihrer dunkeln Farbe reich an Eisen. Der Pleochroismus ist stark: γ grün, α farblos. Doppelbrechung negativ mit mittlerem Achsenwinkel.

Außer den schon erwähnten Mineralien ist noch eisenreicher Epidot ein gewöhnlicher Gemengteil des Hedenbergitskarns vom Kirkebyfeld, auch Reste unveränderten Kalks sind häufig.

Makroskopisch haben diese Gesteine eine graugrüne Farbe, die bei hohem Epidotgehalt in Gelbgrün übergeht, man erkennt oft mit bloßem Auge einzelne Individuen von Hedenbergit und Epidot.

Der Hedenbergitskarn ist mitunter sehr reich an Quarz.

Die Umwandlung von Pyroxen in Granat ist auch von andern Kontaktgebieten bekannt. A. BERGEAT beschrieb sie von Mexico (N. Jahrb. Min. Beilage Bd. 28, 1909, E. BERGEAT vom Banat (N. Jahrb. Min. Beilage Bd. 30, 1910).

Das Elsjöfeld: In den umgewandelten Kalksteinen am Dalstjern sind Pyroxene der Diopsidreihe sehr gewöhnlich, dieselben gehören wohl zum Hedenbergit.

Sehr schöner Hedenbergitskarn kommt in den umgewandelten Alaunschiefern von Røraas und Elsjökongen vor. Neben der Umwandlung der Kalklinsen und Kalkschichten in Andraditskarn findet sich die Umwandlung derselben in grünen Hedenbergitfels, dem meist Streifen brauner Zinkblende eingelagert sind.

Auch im Dünnschliff zeigt der Pyroxen recht intensive grüne Farbe. An den Pyroxenen eines Hedenbergitskarns maß ich folgende Auslöschungswinkel in Schnitten β : $c:\gamma = 48^0, 48,5^0, 50,2^0, 50,5^0$. Doppelbrechung positiv, der Achsenwinkel wurde mit dem Zeichentisch gemessen, $2V = 56^0$ unter der Annahme, daß $\beta = 1,7$. Dispersion beider optischen Achsen deutlich $\varrho > \nu$ um die spitze Bisektrix γ .

Neben Pyroxen und Zinkblende findet sich stellenweise ein wenig Epidot und Granat.

Auf meinen Wunsch bestimmte Herr Stud. min. JAKOB ELLINGSEN den Eisengehalt eines solchen Hedenbergitskarns. Er fand:

| | |
|-----------------------------------|---------|
| Fe_2O_3 | 5,06 % |
| FeO | 19,91 » |

Das Gestein ist also sehr reich an Eisenoxydul, es ist ein Ferro-Skarn.

Das Knephaugfeld: Einen ganz ähnlichen Pyroxenfels trifft man im Knephaugfeld, auch hier ist der Pyroxenfels aus Kalkellipsoiden im Alaunschiefer entstanden. Das Gestein ist mit Magnetkies imprägniert, der sich leicht mit Königswasser entfernen läßt. In der zurückgebliebenen Silikatmasse fand Herr ELLINGSEN:

| | |
|------------------------|---------|
| FeO | 15,17 % |
|------------------------|---------|

Dieser Pyroxenskarn ist stellenweise reich an Molybdänglanz.

Grua, Hadeland.

Die Zinklagerstätte von Nysæter: Der Kalkstein von Nysæter ist in großem Maßstab zu Pyroxenskarn umgewandelt, sodaß sich die Zinkblende in Pyroxenfels eingelagert findet. Das Vorherrschen des Pyroxens unter den Mineralien zeigt sich sehr deutlich in der Zusammensetzung des fertig zerkleinerten Erzes. Unter dem Mikroskop ist neben Zinkblende und Eisenerzen überwiegend Pyroxen zu sehn, Granat, Epidot und Albit treten dagegen ganz zurück.

Im Dünnschliff zeigt der Pyroxen von Nysæter oft schönen Zonenbau. Ein sehr guter Schnitt β , umgrenzt von $a \{100\}$ und $p \{101\}$ zeigte folgende Auslöschungswinkel $c : \gamma$: Kern $45,8^0$, Hülle $57,2^0$. Doppelbrechung des Kerns viel stärker als die der Hülle, der Kern zeigte Blau der zweiten Ordnung, die Hülle nur Gelbbraun der ersten Ordnung. Der Kern ist sehr hell gefärbt, die Hülle ist recht intensiv grün mit folgendem Pleochroismus: γ gelblichgrün, α bläulich graugrün.

Man möchte glauben, daß die Hülle eine kleine Menge des Aegirinsilikats enthält, daß also der Pyroxen zwischen Hedenbergit und F. v. WOLFFS Aegirin-Hedenbergit steht (siehe Centralbl. Min. 1904, p. 208).

In Querschnitten zeigt der Pyroxen des Kerns oft eine Umgrenzung durch $m \{110\}$, die Hülle dagegen hat $a \{100\}$ und $b \{010\}$.

Der Unterschied beider Pyroxene, des Hedenbergitkerns (wohl mit etwas Diopsidsilikat) und der Aegirin-Hedenbergithülle äußert sich selbstverständlich sehr deutlich in der gegenseitigen Lage der optischen Achsen und der Bisektrices in beiden Pyroxenen. Zu der Messung der Winkelabstände zwischen den optischen Achsen und Mittellinien in den parallelverwachsenen Mineralien ist der Zeichentisch von BECKE sehr geeignet.

Der Winkelabstand zwischen γ des Kerns und γ der Hülle wurde gemessen. In einem sehr guten Schnitt fand ich für den scheinbaren Abstand $25,5^0$. Nimmt man die Lichtbrechung des Pyroxens gleich 1,8 an, so folgt daraus der wahre Abstand der Bisektrices gleich 14^0 , entsprechend dem Unterschied im Auslöschungswinkel.

In einem weniger günstig getroffenen Schnitt bestimmte ich den (wahren) Abstand zwischen den Bisektrices zu 9^0 .

Der Achsenwinkel der Hülle ist deutlich größer als der des Kerns. Dies zeigt sich darin, daß die optische Achsen B in beiden Pyroxenen fast zusammenfallen, während die Achsen A weit auseinander liegen. Die absolute Reihenfolge der optischen Oerter im Schnitt parallel der Fläche $a(100)$ ist folgende: Achse A der Hülle, Achse A des Kerns, Bisektrix γ der

Hülle, Bisektrix γ des Kerns. Wird der Achsenwinkel des Kerns zu 60^0 angenommen, so dürfte die Hülle einen Achsenwinkel von ca. 70^0 haben.

Der Unterschied von Kern und Hülle läßt sich nach meiner Meinung nur dadurch erklären, daß der Hülle eine kleine Menge des Aegirinsilikats beigemischt ist. Eine Zufuhr von geringen Mengen dieser Verbindung läßt sich sehr gut denken, da der Nordmarkit von Grua stellenweise reich an Aegirin ist. Eine Zufuhr von Aegirin ist absolut nicht unwahrscheinlicher als die Zufuhr von Albit, die auf Nysæter ganz sichergestellt ist.

Ein reines Analysenmaterial des Pyroxens läßt sich schwer beschaffen. Um wenigstens eine Idee von der Zusammensetzung zu erhalten, isolierte ich die Pyroxenkörner aus dem Abfall des Aufbereitungswerkes. Die Korngröße des Rückstandes von der Elmore-Anreicherung ist 0,2—0,7 mm. Zuerst entfernte ich daraus mit heißer Salpetersäure alle Sulfide, dann zog ich mit dem Magneten den reichlich vorhandenen Magnetit heraus. Aus dem Rest suchte ich möglichst reine Pyroxenkörner heraus.

An 0,3204 g. fand ich:

| | |
|--|-------|
| SiO ₂ | 53,28 |
| Al ₂ O ₃ | 1,16 |
| FeO | 21,07 |
| MnO | 0,84 |
| CaO | 17,46 |
| MgO | 3,81 |
| Glühverlust | 0,44 |
| | 98,06 |

Die Abweichung der Analysensumme von 100 dürfte daher kommen, daß die dem Aegirin entsprechende Natronmenge nicht bestimmt wurde, außerdem muß eine entsprechende Eisenmenge als Oxyd vorhanden sein. Da ich nicht mehr Material hatte, konnte ich diese Bestimmungen nicht ausführen.

Jedenfalls zeigt die Analyse, daß die Hauptmenge des Pyroxens Hedenbergit ist, was mit dem optischen Befund übereinstimmt.

Auf Drusenräumen des Pyroxenfelses trifft man mitunter graugrüne centimetergroße Pyroxenkrystalle mit den Formen: a $\{100\}$, m $\{110\}$, b $\{010\}$, p $\{101\}$, c $\{001\}$. Die Krystalle sind tafelförmig nach a $\{100\}$, Zwillinge nach derselben Fläche sind gewöhnlich.

Grúa Tunnel und Skjærpemyr: Die Pyroxene vom Grúa-Tunnel und Skjærpemyr sind in dem folgenden Abschnitte unter Uralit ausführlich

behandelt. Ihr immerhin nicht unbedeutender Eisengehalt ist vielleicht aus dem Eruptivgestein zugeführt.

In dem grünen Pyroxen von Skjærpemyr hat Herr Stud. min. JAKOB ELLINGSEN eine Bestimmung des Eisenoxyduls ausgeführt, er fand;

$$\text{FeO } 10,88 \frac{0}{0}.$$

Der Gehalt an Magnesia entstammt wohl dem umgewandelten Sediment, leider ist nichtmetamorpher Gastropodenkalk nirgends in der Nähe aufgeschlossen, sodaß man diese Frage nicht mit Sicherheit beantworten kann.

Am Teiche von Mutta, zwischen Skjærpemyr und Grua findet sich dunkelgrüner, fast schwarzer strahliger Pyroxen an der Grenze zwischen Kalk und Nordmarkit, es ist wahrscheinlich Hedenbergit.

Zusammen mit dem Andradit vom Kalkofen bei Grua kommt ebenfalls Hedenbergit vor (vergl. unter Granat).

Das Zinkvorkommen bei Typografhjemmet. Der Orthocerenkalk ist hier zum Teil in grünen Andraditfels umgewandelt, zum Teil ist Pyroxenfels entstanden, der außer Pyroxen noch reichlich Albit und braune Zinkblende enthält. In Schnitten β zeigt der Pyroxen, der grünlich gefärbt ist, einen Auslöschungswinkel $c:\gamma$ von $46-50^0$: Beide optischen Achsen zeigen deutliche Dispersion $\varrho > v$. Positiv, $2V$ ca. 60^0 .

Der Pyroxen ist offenbar Hedenbergit.

Kontaktzonen des Granitits.

Auf den Erzlagerstätten der Drammensgegend treten vielerorts in umgewandelten Kalksteinen Pyroxene auf, die wohl größtenteils zum Hedenbergit gehören, dasselbe gilt für die Kalksteine von Glomsrudkollen. Der Pyroxen tritt besonders gern zusammen mit Andradit auf und ist stets älter als dieser.

In Zinkblende-Bleiglanz-führenden Skarngesteinen aus dem Kontaktstollen von Konnerudkollen fand ich dieselben Aegirin-haltigen Hedenbergite wie im Skarn von Nysæter.

Von keinem dieser Vorkommen besitze ich ein zur Analyse brauchbares Material.

Der Pyroxen von Kjenner ist unter Amphibol erwähnt.

Der Krystalle der eisenreichen Pyroxene in den Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets zeigen gewöhnlich folgende Formen:

$$a \{100\}, b \{010\}, p \{101\}, c \{001\}, m \{110\},$$

wovon die drei ersten stets vorhanden und herrschend sind.

Zwillingsbildung nach $a \{100\}$ ist an allen Fundorten häufig.



Uralit, Grua Tunnel (1/10 nat. Gröfse). Am Kry stall rechts erkennt man die Flächen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{101\}$.
Worm-Petersen, phot.

Uralit.

In diesem Abschnitt sollen einige Uralitvorkommen aus den Kontaktzonen des Kristianiagebiets näher beschrieben werden. Einige Angaben über Uralitisierung von Pyroxen sind unter Pyroxen und Amphibol mitgeteilt.

Uralit vom Grua-Tunnel.

Im Jahre 1902 schickte Herr Eisenbahningenieur J. KVAM eine Anzahl prachtvoller Uralitstufen an das mineralogische Institut in Kristiania. Wie er mitteilte, wurde das Mineral bei der Anlage des Grua-Tunnels gefunden, und zwar 80 Meter nördlich des Südeingangs. Das Uralit-führende Gestein fand sich in solchen Massen, daß es mit zur Aufschüttung des Bahndamms benutzt wurde. Ich habe in den Sommern 1909 und 1910 das Vorkommen selbst besucht und weiteres Material gesammelt.

Die Uralitkrystalle finden sich in einer kleinen Scholle silurischer Sedimente, die allseitig von Nordmarkit umgeben ist, die geologischen Verhältnisse sind schon im ersten Teil dieser Arbeit beschrieben.

Die Silurscholle ist fast vollständig in dichten braunen Granatfels umgewandelt, auf Sprüngen der Granatmasse sitzen die großen Uralitkrystalle begleitet von krystallisiertem Granat, Apatit, Schwefelkies und Eisenglanz. Die Uralitkrystalle sind gewöhnlich noch in jüngerem grobspätigen Kalkspat eingebettet, der die letzte Füllung der Spalten darstellt.

Die Größe der Uralitkrystalle schwankt gewöhnlich zwischen 3 und 6 cm., der größte Krystall dieses Fundorts, den ich 1910 fand, hatte folgende Dimensionen: Länge in der Richtung der a-Achse (abgebrochen) 7 cm., b-Achse 12 cm., c-Achse 10 cm.

Er ist auf der Tafel II in $\frac{9}{10}$ nat. Größe abgebildet. Nur die äußerste Schicht dieses Krystalls ist uralitisiert (in einer Dicke von etwa einem Centimeter), der Kern ist dunkelgrüner Pyroxen.

Folgende Formen treten auf: a $\{100\}$, m $\{110\}$, b $\{010\}$, c $\{001\}$, p $\{101\}$, samt seltner o $\{221\}$. Die gewöhnlichste Kombination ist a, m, p, oft mit schmalen Flächen von m. Meist zeigen die Krystalle etwa die gleichen Dimensionen nach den drei Achsen, mitunter sind sie mehr tafelförmig nach der Fläche a. Sehr oft findet man Zwillinge nach a, siehe Fig. 44. Die Flächen der Prismenzone sind gewöhnlich recht eben, die Endflächen sind dagegen mit zahlreichen kurzen Hornblendehaaren bedeckt.

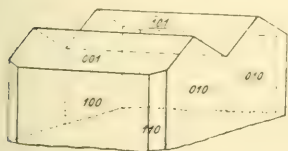


Fig. 44. Uralit.

$\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$,
 $\{101\}$, Zwilling nach $\{100\}$,
 Grua-Tunnel.

Die Form der ursprünglichen diopsidischen Pyroxene erinnert ganz an die bekannten dunkeln Diopside von Nordmarken (Vernland). Die Flächen $a \{100\}$, $b \{010\}$, $p \{101\}$ bilden zusammen die charakteristische Umgrenzung der eisenreichen Pyroxene auf Kontaktlagerstätten. Die Fläche $p \{101\}$ ist hier unvergleichlich häufiger als $c \{001\}$. Beide Flächen sind früher öfters verwechselt worden; bei optischer Untersuchung sind sie aber leicht zu unterscheiden.

Die Farbe der Krystalle ist eine hell graugrüne, die ursprüngliche Pyroxensubstanz, die sich im Kern der Krystalle findet, hat eine dunkel flaschengrüne Farbe. Im Dünnschliff ist die Hornblende sehr hell grün, der Pyroxen hell gelbgrün. Man erkennt leicht, daß die Grenze der Uralitisierung ungefähr parallel der äußeren Krystallbegrenzung verläuft. Die relative Menge von ursprünglicher und uralitisierter Substanz variiert von Krystall zu Krystall, die größten Krystalle enthalten am meisten von der Pyroxensubstanz, kleine sind meist vollständig uralitisiert. Dies deutet darauf, daß die Uralitisierung keine einfache Umlagerung vorstellt, sondern durch Lösungen verursacht ist, die von außen in die Krystalle eindringen. Diese Ansicht wird durch die nähere Untersuchung der Dünnschliffe bestätigt. In Schnitten parallel $\{010\}$ zeigt der Pyroxen des Kerns keine nennenswerten Einschlüsse, die Substanz ist völlig homogen. Ganz anders verhält sich die uralitisierte Hülle. Die feinen Hornblendefasern sind mit Kalkspat durchtränkt; in geringerer Menge finden sich Quarz und Krystalle von Magnetit. Die recht hellen Hornblendefasern zeigen den gewöhnlichen Pleochroismus; γ graugrün, α farblos. Der Auslöschungswinkel $c : \gamma$ beträgt bei dem Pyroxen 42° , bei dem Amphibol¹ 14° . Die Hornblende ist, wie gewöhnlich, negativ, der Pyroxen positiv doppelbrechend. An ausgesuchten Stücken bestimmte ich das spezifische Gewicht. Für die Substanz des Kerns fand ich bei $20,7^\circ$ die Dichte 3,342, angewandte Substanzmenge 12,4291 g. Die Hülle der Krystalle hat bei $20,5^\circ$ eine Dichte von 3,065, angewandte Substanzmenge 10,0130 g.

Um einen Einblick in den Vorgang der Uralitisierung zu erhalten, erschien eine Analyse erwünscht. Ich ersuchte daher Herrn Prof. Dr. MAX DIRTRICH in Heidelberg, eine Analyse sowohl des Kerns wie der Hülle auszuführen. Hierzu benutzte er dieselben Stücke, an denen ich die Dichte bestimmt hatte. Er teilte mir folgende Resultate mit:

¹ Beim Pyroxen und Amphibol im selben Sinn gegen die Vertikalachse geneigt.

| | I | II |
|--------------------------------------|-------------|--------------|
| | <i>Kern</i> | <i>Hülle</i> |
| SiO ₂ . . . | 50,53 | 42,02 |
| TiO ₂ . . . | 0,0 | 0,0 |
| Al ₂ O ₃ . . . | 0,27 | 3,25 |
| Fe ₂ O ₃ . . . | 1,91 | 2,30 |
| FeO . . . | 7,81 | 9,30 |
| MnO . . . | 1,99 | 0,94 |
| MgO . . . | 10,92 | 9,63 |
| CaO . . . | 24,51 | 20,90 |
| Na ₂ O . . . | 0,48 | 0,45 |
| K ₂ O . . . | 0,19 | 0,26 |
| H ₂ O (über 110°) . . . | 0,26 | 1,07 |
| CO ₂ . . . | 1,50 | 9,92 |
| | 100,37 | 100,04 |

Wie man sieht, entspricht die Analyse I der Zusammensetzung eines eisenreichen Pyroxens, der mit ein wenig Kalkspat verunreinigt ist. Die Analyse II zeigt eine diesem Pyroxen analoge Hornblende mit einer weit größeren Beimengung von Kalkspat, wobei noch ein Rest von ungesättigter Kieselsäure vorhanden ist. Die Zusammensetzung beider Silikate ersieht man aus Ia und IIa, die aus den Analysen nach Abzug von Kalkspat berechnet sind. Die Menge des freien Quarzes in II läßt sich nicht genau berechnen, solange man nicht die Bindungsweise des Wassers in den Amphibolen kennt.

Der Gang der Umwandlung scheint im wesentlichen der zu sein, daß dem ursprünglichen Pyroxen Kohlensäure und Wasser zugeführt wurden. Dabei entstanden auf Kosten des Pyroxens Kalkspat und Amphibol, gleichzeitig wurde freie Kieselsäure abgeschieden. Es ergibt sich aus den Analysen, daß nicht aller Quarz an Ort und Stelle abgesetzt ist; ein Teil desselben ist entfernt worden, wohl durch die gleichen wässerigen Lösungen, welche die Uralitisierung bewirkt haben. Um den Verlauf der Umwandlung zu erläutern, habe ich unter Ib und IIb die beiden Analysen nach Abzug von Wasser und Kohlensäure dargestellt.

| | <i>Ia und IIa nach Abzug von Kalkspat berechnet.</i> | | <i>Ib und IIb nach Abzug von Kohlensäure und Wasser berechnet.</i> | |
|--|--|--------|--|--------|
| | I a | II a | I b | II b |
| SiO ₂ | 52,11 | 54,23 | 51,24 | 47,19 |
| Al ₂ O ₃ | 0,28 | 4,19 | 0,27 | 3,65 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,97 | 2,97 | 1,94 | 2,58 |
| FeO | 8,05 | 12,00 | 7,92 | 10,44 |
| MnO | 2,05 | 1,21 | 2,02 | 1,06 |
| MgO | 11,26 | 12,43 | 11,07 | 10,81 |
| CaO | 23,31 | 10,67 | 24,86 | 23,47 |
| Na ₂ O | 0,50 | 0,58 | 0,49 | 0,51 |
| K ₂ O | 0,20 | 0,34 | 0,19 | 0,29 |
| H ₂ O | 0,27 | 1,38 | — | — |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Es ist sehr lehrreich, die unter I b und II b angeführten Zahlen zu vergleichen. Man erkennt deutlich eine Abnahme an Kieselsäure, dagegen sind die Mengen von Kalk und Magnesia, sowie der kleine Alkaligehalt in beiden Reihen fast identisch. Die Unterschiede in den Mengen von Eisenoxiden und Mangan sind nicht sehr groß und könnten wohl auf einem ursprünglichen Zonenbau des Krystalls beruhen. Der Gehalt an Tonerde ist aber so verschieden, daß man vielleicht an eine Zufuhr derselben denken möchte¹.

Jedenfalls ersieht man mit Sicherheit aus den Analysen, daß die Uralitbildung unter Zufuhr von Wasser und Kohlensäure stattfand. Der ursprüngliche Pyroxen ist wohl schon entstanden, als die kleine Kalkscholle von Grua-Tunnel in den Pulaskit einsank und durch diesen intensiv kontaktmetamorphosiert wurde. Dieser, bei hoher Temperatur entstandene, Pyroxen wurde einer nochmaligen Kontaktmetamorphose ausgesetzt, als östlich von Grua-Tunnel die jüngeren Quarznordmarkite aufdrangen. Sehr

¹ Allerdings kommen auf Kontaktlagerstätten auch *Pyroxene* analoger Zusammensetzung vor. Zum Vergleich sei die Analyse des Pyroxens von Sannotake, Japan angeführt (Katayama bei Nobuyo Fukuchi, *Wadas* Beiträge z. Min. v. Japan, 1907, No. 3, Dec.).

| | |
|--|-------|
| SiO ₂ | 52,84 |
| Al ₂ O ₃ | 3,05 |
| FeO | 8,35 |
| MgO | 10,86 |
| CaO | 23,30 |
| H ₂ O | 1,23 |

99,63

Die ursprüngliche Hülle des Pyroxens von Grua-Tunnel mag vielleicht eine entsprechende Zusammensetzung besessen haben, vergl. oben II b.

wahrscheinlich fand die Umwandlung des Pyroxens eben während dieser zweiten Kontaktmetamorphose statt. Entsprechend dem größeren Abstand des jüngeren Eruptivs ist bei der zweiten Kontaktmetamorphose die Temperatur wohl niedriger gewesen, als bei der ersten.

Bei der zweimaligen Kontaktmetamorphose ist der Pyroxen wohl unter der Einwirkung heißer Lösungen uralitisiert worden. Bei der Entstehung von Amphibol aus Pyroxen wurden CaO und SiO_2 frei, ersteres liefert mit Kohlensäure die äquivalente Menge Kalkspat, die wir noch in den Pseudomorphosen finden, letztere ergab freien Quarz, ist aber zum Teil weggeführt worden.

Dieser Verlauf der Uralitisierung steht völlig im Einklang mit H. ROSENBUSCHS¹ Ansichten über die Umwandlung von Pyroxen in Amphibol. Die Umwandlung besteht nicht in einer einfachen paramorphen Umlagerung der Silikatsubstanz, sondern bei der Bildung von Hornblende aus Pyroxen wird Kalksilikat abgespalten. In dem eben besprochenen speziellen Fall des Uralits von Grua-Tunnel finden wir die Kieselsäure und den Kalk in Form von Quarz und Kalkspat, an manchen andern Fundorten finden wir statt dessen eine Neubildung von Epidot (siehe weiter unten Uralit von Bærum, p. 350).

Für Pyroxen und Hornblende von Grua-Tunnel habe ich das spezifische Gewicht nach Abzug des Kalkspats berechnet. Die derart für den Pyroxen gefundene Zahl dürfte recht genau sein, bei der Hornblende ist die Berechnung nicht so sicher, weil die kleine Verunreinigung durch Quarz und Magnetit nicht berücksichtigt ist. Die Berechnung ergab:

Dichte des Pyroxens . . . 3,37

Dichte des Amphibols . . 3,19.

Uralit von Skjærpemyr, Grua.

Dieses Vorkommen wurde von mir 1909 gefunden. Der Uralit kommt hier auf der Zink-Blei-Lagerstätte vor, dem Fundort des Lievrits und des Kieselzinkerzes. An diesem Vorkommen sind Pyroxen-Granat-führende Kalksteine sehr gewöhnlich; oft sind die diopsidischen Pyroxene auf offenen Drusenräumen aufgewachsen, und eben diese aufgewachsenen Krystalle sind meist vollständig uralitisiert. Hierbei entstand ein ganz hell graugrünes Amphibolmineral, das in dünnen parallelen Fasern die ursprüngliche

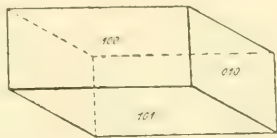


Fig. 45. Uralit, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{101\}$,
Skjærpemyr.

¹ Siehe ROSENBUSCH-WÜLFING, Mikr. Phys. I, 2, p. 249 (Vierte Aufl.).

Pyroxenform erfüllt. Zwischen den Hornblendestengeln sind in reichlicher Menge Kalkspat und Quarz eingelagert. Die Krystalle des umgewandelten Pyroxens zeigten folgende Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $p\{101\}$. Sehr gewöhnlich sind Zwillinge nach $a\{100\}$. Die Fig. 45 und 46 geben gewöhnliche Typen der Uralitkrystalle von Skjærpemyr. Oftmals sind die Krystalle mit einem Ende der b -Achse aufgewachsen und dann sehr in der Richtung dieser Achse verlängert.

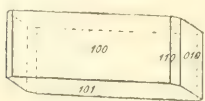


Fig. 46. Uralit,

$\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{101\}$, Pyroxen: $c:\gamma = 45,4^0$, Amphibol: $c:\gamma = 16,3^0$.
Skjærpemyr.

Der Pyroxen war schwach grünlich ohne Pleochroismus, der Amphibol zeigte, wie gewöhnlich, α farblos, γ hell graugrün.

Die Uralite von Skjærpemyr erreichen meist nur Dimensionen von einigen, ausnahmsweise von 8 Centimetern.

Frische Pyroxenkrystalle sind etwas weniger häufig, einige Bestimmungen an solchen sind schon unter Pyroxen mitgeteilt. Sie zeigen dieselben Krystallformen, wie die hier beschriebenen Uralite.

Die Uralitisierung des Pyroxens von Skjærpemyr dürfte wohl mit der Bildung des Kieselzinkerzes aus Zinkblende gleichzeitig sein.

Uralit aus Essexitmelaphyr von Bærum.

In den vorigen Abschnitten habe ich an mehreren Stellen gezeigt, wie Pyroxen im allgemeinen ein Mineral der innersten Kontaktzone ist, Amphibol dagegen in dem äußeren Kontakthof vorherrscht. Entsprechend werden Pyroxene in Kontaktgesteinen durch erneute schwache Kontaktmetamorphose uralitisiert. Ganz dasselbe gilt natürlich für Pyroxene in Eruptivgesteinen, die einer schwachen Kontaktmetamorphose ausgesetzt waren.

Das schönste Beispiel, das mir hierfür bekannt ist, bilden die Pyroxene in den kontaktmetamorphen Essexitmelaphyren von Bærum, westlich von Kristiania.

Wie schon in dem geologischen Teil dieser Arbeit erwähnt ist, sind im Gebiet von Bærum die Schichten des Silurs und Devons, sowie die unmittelbar darauf liegenden Ergußgesteine deutlich kontaktmetamorph. Prof. BRÖGGER schrieb dies von jeher einer unter Tage liegenden Tiefengesteinsintrusion zu. Der uns zugängliche Teil des Kontakthofs gehört

durchwegs der äußeren Zone an, nur längs einigen Verwerfungsspalten macht sich eine stärkere Umwandlung geltend.

Die basischen Ergußgesteine der Essexitreihe, BRÖGGERS Essexitmela-phyre (KJERULFS Augitporphyrite), sind ebenfalls an vielen Stellen in diesem Gebiet deutlich kontaktmetamorph. Die Umwandlung äußert sich in der Uralitisierung der großen Augiteinsprenglinge, sowie in der Epidotisierung der Gesteinsgrundmasse. Wahrscheinlich hat das Kalksilikat, das bei der Uralitisierung des Pyroxens frei wurde, zusammen mit dem Plagioklas des Gesteins das Material zur Epidotbildung geliefert.

Die Uralitkrystalle zeigen ausgezeichnet scharf die Krystallform des ursprünglichen Augits, nämlich $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $s\{\bar{1}\bar{1}1\}$. Der auf Fig. 47 dargestellte Krystall stammt aus einem losen Block von Kolsaas (eingesammelt von TH. KJERULF), seine Länge beträgt etwa 1,5 cm. Ein Schnitt parallel $\{010\}$ zeigte die vollständige Umwandlung in Amphibol. Der Amphibol zeigt negative Doppelbrechung und einen Auslöschungswinkel $c:\gamma = 15,2^0$, in einem andern Individuum $15,7^0$. Die Färbung ist eine sehr leichte mit dementsprechend schwachem Pleochroismus und zwar: γ hell graugrün, α heller gelbgrün.

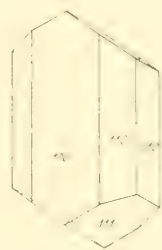


Fig. 47. Uralitisierter Augit aus
Essexitmela-
phyr, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$,
Bærum.

Es ist bemerkenswert, daß Zwillingsslamellen im ursprünglichen Pyroxen sich auch im Uralit als solche wiederfinden. Der Verlauf der Zwillingsgrenze im Innern des Krystalls ist streng geradlinig und entspricht genau den einspringenden Winkeln in der äußeren Begrenzung.

Die ursprünglichen Pyroxene waren basaltische Augite, zum Vergleich untersuchte ich (nicht kontaktmetamorphen) Essexitmela-phyr von Holmestrand (BRÖGGERS Eruptivgesteine des Kristianiagebiets No. 37). Die bräunlichvioletten Augite zeigten schöne Sanduhrstruktur und hatten $c:\gamma$ um 50^0 . Doppelbrechung positiv mit ziemlich kleinem Achsenwinkel, die optische Achse B zeigte starke Dispersion $\varrho > v$ um die Bisektrix γ . Die Dispersion der Auslöschung $c:\gamma$ ist $v > \varrho$.

KJERULF hat seinerzeit schon diese Uralite mikroskopisch untersucht. Er hat den Pleochroismus und die geringe Auslöschungsschiefe der Hornblende erkannt. Die (posthume) Arbeit, welche diese Untersuchungen enthält, ist im zweiten Semester 1891 als Universitätsprogramm in Kristiania erschienen (»Beskrivelse over en række norske bergarter«).

Amphibol.

In den Kontaktgesteinen finden wir sehr verschiedene Amphibolmineralien. In Bezug auf die genetischen Verhältnisse können wir (ebenso wie bei den Pyroxenen) zwei Hauptgruppen unterscheiden, die Amphibole normaler Kontaktgesteine und die Amphibole der Erzlagerstätten.

In den Kontaktzonen findet man zahlreiche Beispiele für BECKES Regel, daß Pyroxen bei hohen Temperaturen stabil ist, Hornblende dagegen bei niedrigen. In den normalen Kontaktgesteinen kommen Amphibolmineralien wesentlich in der äußeren Kontaktzone vor, nur bei kleineren Eruptivmassen reichen Hornblendegesteine bis nahe an die Grenze. Sehr häufig trifft man in den Kontaktzonen Umlagerung von Pyroxen zu Amphibol, die schönsten Beispiele sind oben in einem besondern Abschnitt unter Uralit zusammengestellt.

In der Kontaktzone am Langesundsfjord finden sich, wie Prof. BRÖGGER gefunden hat, zahlreiche Vorkommen von Amphibol-führendem Kalkstein. Ich selbst habe einzelne Vorkommen untersucht, wir haben hier die merkwürdige Erscheinung, daß *Amphibol*-führende Kalksteine mit *Pyroxen*-führenden Hornfelsen wechsellagern. Es muß aber bemerkt werden, daß hier keine reine Kontaktmetamorphose vorliegt, sondern eine Art von Piëzo-Kontaktmetamorphose (vergl. BRÖGGER, Z. K. 16). Ueber die metamorphen Sedimentgesteine vom Langesundsfjord hoffe ich später ausführlich zu berichten.

Die Amphibolmineralien der normalen Kontaktgesteine dürften meist reich an Magnesia sein, auf den Erzlagerstätten findet man eisenreiche Amphibole.

Die meisten Amphibolmineralien der Kontaktzonen zeigen grüne Farben. Eine Sonderstellung nimmt eine merkwürdige tiefbraune Hornblende ein, die in einem Tonschieferhornfels von Grorud den Biotit vertritt.

Amphibole normaler Kontaktgesteine.

1. Primär entstandene Amphibole.
2. Amphibole, die durch Umwandlung von Pyroxen entstanden sind.

1. Primär entstandene Amphibole.

Kontaktzonen des Akerits.

Im Kontakthof der kleinen Akeritmasse von Vettakollen findet man Amphibol-führende Kontaktgesteine, erst unmittelbar an der Grenze Pyroxengesteine. An der Linië der Holmenkolbahn trifft man dichte

Schieferhornfelse mit eingelagerten Kalkknollen. Der äußerste Rand der Knollen ist mit grünem Amphibol erfüllt, eine Erscheinung, die im Kristiania-gebiet überhaupt häufig ist. In der innersten Kontaktzone tritt statt dessen überall Pyroxen auf.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Primärer Amphibol kommt in schwach metamorphen Sedimenten häufig vor. In zwei Fällen habe ich ihn auch in stark metamorphen Gesteinen beobachtet. Es sind dies der Amphibol-Hornfels von Skrukkelien und der von Grorud.

Der Hornfels von Skrukkelien ist im petrographischen Teil beschrieben. Das einzige Fe-Mg-Mineral neben braunem Biotit und etwas Erz ist grüner Amphibol (vergl. p. 202).

Amphibolhornfels von Grorud: Das Gestein ist frei von Biotit, statt dessen findet sich eine Hornblende mit einer ganz ähnlichen braunen Farbe. Die Hornblende bildet, ebenso wie sonst der Biotit, große poikilitisch durchlöchernte Individuen. Starker Pleochroismus: γ dunkelbraun mit Stich ins Olivenfarbene, β dunkelbraun, α bräunlichgelb; Absorption $\gamma = \beta > \alpha$. Ebene der optischen Achsen ist $\{010\}$, Doppelbrechung negativ, Auslöschungswinkel $c:\gamma = 15^\circ$. Wahrscheinlich liegt hier eine eisenreiche »basaltische« Hornblende vor, die auch den Titangehalt des Gesteins aufgenommen hat.

Was die Entstehung der braunen Hornblende im Hornfels von Grorud bewirkt haben kann, weiß ich nicht. Ringsum finden sich Schollen von normalen Biotit-führenden Hornfelsen, ohne die braune Hornblende.

Kontaktzonen des Granitits.

In der Gegend südlich von Drammen sind Amphibol-Hornfelse sehr verbreitet. Während die tieferen Schichten im Lakkolithendach von Konnerud Pyroxen enthalten, finden wir in den höheren fast ausschließlich Amphibol. Der Unterschied entspricht wahrscheinlich der Temperaturdifferenz zwischen der inneren und äußeren Kontaktzone. Die Amphibol-Gesteine von Konnerud gehören zur Schichtenfolge des devonischen Sandsteins, des Old Red, welchem stellenweise Tonschiefer eingelagert sind.

Im petrographischen Teil meiner Arbeit sind diese Kontaktgesteine beschrieben (vergl. p. 206). Die folgenden optischen Angaben beziehen sich auf Amphibol aus der Devonplatte zwischen der Oran-Grube und Konnerudkollen sie gelten ebenfalls gut für den Amphibol der Devon-

gesteine von Stordammen, Dale-Gruben u. s. w., den ich auch in vielen Dünnschliffen untersucht habe. Trotz der hellen Färbung ist der Pleochroismus deutlich: γ graugrün, β graugrün mit einem Stich ins Gelbe, α sehr hell gelbgrün, fast farblos; Absorption $\gamma = \beta > \alpha$. Ebene der optischen Achsen $\{010\}$, $2V$ etwa 60° — 70° , $c:\gamma = 12^\circ$ ohne merkbare Dispersion der Auslöschung.

Gewöhnlich kommt die Hornblende in ziemlich unregelmäßig begrenzten Stengeln vor; eine Ausnahme macht ein Amphibol-Hornfels zwischen Konnerudkollen und Oran-Grube, der einzelne Schichten mit gut idiomorpher

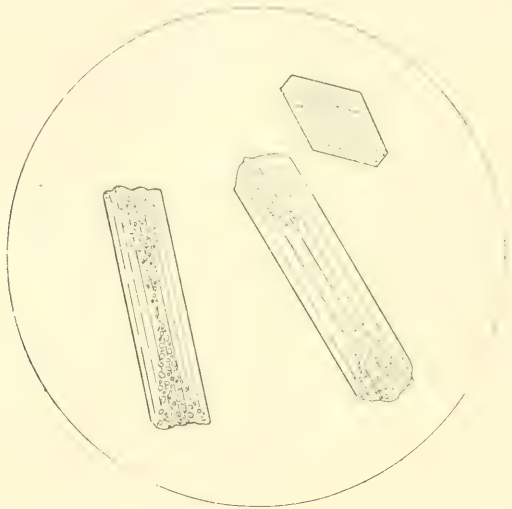


Fig. 48.

Amphibol aus umgewandeltem Devonsandstein, Konnerud. Ungefähr zwanzigfache Vergrößerung.

Hornblende enthält. In einer sehr feinkörnigen Quarzgrundmasse liegen mehrere Millimeter lange Hornblenden mit vollkommen scharfer Begrenzung, etwa vergleichbar den Chiasolithen im Schieferhornfels von Gunildrud. In der Prismenzone sind $\{110\}$ und $\{010\}$ scharf entwickelt, die Endbegrenzung läßt sich nicht sicher feststellen. Die Krystalle zeigen in Querschnitten und Längsschnitten Sanduhrbau mit hellen und dunkleren Sektoren. Der Sanduhrbau kommt aber nicht etwa von einem gesonderten Ansatz chemisch verschiedener Hornblenden, sondern von einem verschiedenen Einschlufreichtum der einzelnen Anwachskegel. Die hellen Sektoren enthalten unzählige Quarzeinschlüsse, die dunkeln bestehen aus verhältnismäßig reiner Hornblendesubstanz. In Querschnitten erkennt man, daß die Anwachskegel von $\{010\}$ mehr Quarzkörner umschließen als die von $\{110\}$, der Unterschied ist aber nicht sehr groß. Die stärkste Sanduhrstruktur zeigt sich in Längsschnitten, die Anwachskegel der End-

flächen enthalten viel Quarzkörner. Auf Fig. 48 ist dies schematisch dargestellt, ein Querschnitt ist abgebildet, ein zentral getroffener Längsschnitt und ein peripherisch getroffener Längsschnitt.

Die Erklärung ist natürlich die, daß die verschiedenen Flächen des wachsenden Krystalls eine verschiedene Krystallisationskraft zeigten. Die Flächen von {110} vermochten besonders gut, die umgebenden Quarzkörner beiseite zu drängen, die Anwachskegel von {010} umschlossen etwas mehr Einschlüsse, und in der Längsrichtung war die Krystallisationskraft am geringsten. Es ist dieselbe Erscheinung, wie bei den kohligen Einschlüssen der Chistolith. Die Erklärung, die BECKE für den Chistolith gefunden hat, kann ohne weiteres auf den Fall des Amphibols übertragen werden. Wie gewöhnlich, so zeigen auch hier die Spaltflächen die größte Krystallisationskraft.

An Stellen erhöhter Metamorphose trifft man in diesen Gesteinen neben Amphibol noch einen diopsidischen Pyroxen, so z. B. dicht neben dem Quarzporphyrygang von Dalen.

Dieselben Sandsteinhornfelse, wie auf Konnerud, trifft man im Gebiet von Bærum, auch hier haben wir einen typischen Fall peripherischer Kontaktmetamorphose mit Amphibol-Gesteinen.

2. Amphibole, die durch Umwandlung aus dem Pyroxen der Kontaktgesteine entstanden sind.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

In den eingeschlossenen Hornfelsblöcken aus dem Syenit von Aarvold, Tonsenplads, Grorud beobachtet man nicht selten dunkle Adern, die längs Sprüngen das Gestein durchziehn. Es sind Hornblendegänge, die wohl auf Kosten der Fe-Mg-Mineralien durch wässerige Lösungen gebildet sind, die auf Sprüngen zirkulierten. Neben solchen Sprüngen beobachtet man sehr oft, wie der diopsidische Pyroxen des Hornfelses von außen her in grünen Amphibol umgewandelt ist. Der Amphibol zeigt die optischen Eigenschaften der gemeinen grünen Hornblenden, ebenso der Amphibol der dunkeln Adern. Mitunter beobachtet man in den Hornfelsschollen eine fast vollständige Umwandlung der Pyroxene in grünen Amphibol. Diese Erscheinung findet sich nicht nur in den Einschlüssen der Nordmarkits von Aarvold-Grorud, ich kenne sie auch vom Grua-Tunnel (Hadeland). Hier liegen große Schollen von dunkeln Schieferhornfels im Pulaskit; die Hornfelse enthalten überwiegend Amphibol statt Pyroxen. Die zweimalige Kontaktmetamorphose durch den Quarznordmarkit hat wohl die Umwandlung

begünstigt, sie äußerte sich auch durch Chloritisierung des Biotits. (Gleichzeitig wurden die großen Pyroxene der benachbarten Kalkscholle uralitisiert, vergl. unter Uralit, p. 345).

Kontaktzonen des Granitits.

Hornblendeadern in Pyroxen-Hornfelsen sind in der Kontaktzone von Hörtekollen ganz gewöhnlich. Auch sonst trifft man sie vielerorts in den Kontaktzonen des Granitits.

In den kontaktmetamorphen Diabasgängen von Konnerudkollen ist durchwegs grüner Amphibol aus dem ursprünglichen Pyroxen entstanden.

Amphibole der Erzlagerstätten.

1. Primär entstandene Amphibole.

Kontaktzonen des Granitits.

Auf Glomsrudkollen werden die Erze im Kalkstein stellenweise von reichlichem grünen Amphibol begleitet. Nach der dunkeln Farbe zu schließen, handelt es sich um eisenreiche Hornblenden. Sie treten übrigens nie in solcher Menge auf, daß man von Amphibolskarn sprechen könnte. Der Amphibol ist stets jünger als Granat und Pyroxen, er dürfte dem letzten Stadium der Metasomatose entsprechen. Die Hornblende ist negativ, Ebene der optischen Achsen $\{010\}$, $c:\gamma = 15^\circ$. Pleochroismus stark, γ bläulichgrün, β bräunlichgrün, α fast farblos, schwach grünlich.

Stellenweise findet man auf Glomsrudkollen in Drusenräumen der Zinkblende asbestartige Fäden eines Amphibols; ich habe diesen nicht näher untersucht.

Dieselben grünen Hornblenden wie auf Glomsrudkollen trifft man in manchen der umgewandelten Kalkknollen von Valsknatten bei Vikersund. Hier kommt mitunter auch ein andres Amphibolmineral vor, das besonders durch die äußerst dunkle Farbe auffällt. Ich fand es in einer Skapolithführenden Kalkknolle nahe der Grenze. Die optischen Eigenschaften sind folgende: Ebene der optischen Achsen $\{010\}$, Doppelbrechung negativ, kleiner Achsenwinkel, $2E$ schätzungsweise 45° . Auslöschungswinkel $c:\gamma = 16^\circ$. Pleochroismus sehr stark, γ dunkelblaugrün (fast undurchsichtig), β ebenso dunkel braungrün, α hell grünlichgelb. Ein sehr ähnlicher dunkler Amphibol begleitet den Axinit von Aaserud, südlich von Drammen.

Zusammen mit Helvin findet man auf Hörtekollen einen schwarzgrünen Amphibol, in Drusenräumen bildet er kurzprismatische Krystalle.

Die Amphibole der Erzlagerstätten sind an allen von mir untersuchten Fundorten jünger als der Pyroxen, entsprechend BECKES Regel. Sehr oft beobachtet man, daß auf Kosten des Hedenbergits ein eisenreicher Amphibol entsteht. Im folgenden mögen ein paar Vorkommen solcher sekundär gebildeter Amphibole erwähnt werden.

2. Amphibole, die durch Umwandlung eines eisenreichen Pyroxens entstanden sind.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Auf den Zinklagerstätten von Hakedal findet man sehr oft sekundären Amphibol. Das Vorkommen eines solchen im Kirkebyfeld ist unter Hedenbergit besprochen worden. Auch in den Hedenbergitskarnen vom Elsjöfeld ist sekundärer Amphibol nicht selten. Er tritt teils in mehreren Millimeter großen Krystallen auf, teils bildet er eine Hülle um einen Pyroxenkern. Der Amphibol hat folgende optischen Eigenschaften: Ebene der optischen Achsen $\{010\}$, Doppelbrechung negativ, Achsenwinkel recht klein, Auslöschungswinkel $c:\gamma = 18^\circ$. Pleochroismus sehr kräftig, γ dunkel blaugrün, β braungrün, α gelblichgrün, fast farblos; Absorption $\gamma > \beta \gg \alpha$.

Vielleicht kommt hier stellenweise auch primärer Amphibol vor. Auf der Zinklagerstätte von Nysæter bei Grua ist sekundärer eisenreicher Amphibol ganz gewöhnlich.

Kontaktzonen des Granitits.

Sehr schöne Beispiele für sekundären Amphibol bietet die Wismutlagerstätte von Kjenner. Gänge von Quarz durchsetzen den Granatfels, die Grenze der Gänge ist oft mit Hornblendestengeln umsäumt, ebenso sind eingeschlossene Bruchstücke des Granatfelses mit Hornblende umgeben, wie es auf Fig. 19, p. 100 dargestellt ist, die ein Handstück eines solchen Ganges zeigt. Die grüne Hornblende hat ein schilfartiges Aussehen, im Dünnschliff erkennt man, daß viele der Stengel einen korrodierten Pyroxenkern umschließen. Der Amphibol ist etwas heller als der, den man gewöhnlich auf Kontaktlagerstätten findet.

Beryll.

In den Kontaktzonen des Kristianiagebiets ist Beryll bis jetzt nur an einem einzigen Fundort nachgewiesen worden, dem bekannten Smaragd-vorkommen von Minne. Eine geologische Beschreibung des Vorkommens ist auf p. 56 gegeben worden.

Der Beryll ist teils schön durchsichtig, teils trübe und nur kanten-durchscheinend. Meistens ist er nur hell grünlich oder bläulichgrün gefärbt; relativ selten findet man die tiefgrünen Smaragden (wesentlich im nördlichen Teil der Pegmatitmasse). In kristallographischer Beziehung liegen nur wenige Angaben vor. J. H. L. VOGT (Nyt Mag. f. Naturv. 28, 1884, p. 227) gibt die Formen ∞P , P und $n P_2$ an.

WEBSKY (Tschermaks min. petrogr. Mitt., 6, 1876, p. 117, siehe auch HINTZES Handbuch, B. II, p. 1286) fand außer den gewöhnlichen Flächen $\{10\bar{1}0\}$, $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{11\bar{2}1\}$ noch eine Reihe von Formen in dem Zonenstück $(10\bar{1}0) : (11\bar{2}1)$, nämlich: $\{21.4.\bar{2}5.4\}$, $\{11.2.\bar{1}3.2\}$, $\{23.4.\bar{2}7.4\}$, $\{61\bar{7}1\}$, $\{71\bar{8}1\}$, $\{9.1.\bar{1}0.1\}$, $\{19.2.\bar{2}1.2\}$, $\{11.1.\bar{1}2.1\}$, $\{13.1.\bar{1}4.1\}$.

Ich untersuchte einen hellgrünen, etwa 5 mm. langen, prismatischen Krystall von diesem Vorkommen, an dem ich folgende Flächen nachwies: $M \{10\bar{1}0\}$, $n \{11\bar{2}0\}$, $c \{0001\}$, $u \{20\bar{2}1\}$, $s \{11\bar{2}1\}$, $n \{31\bar{4}1\}$.

Folgende sind die gemessenen Winkel, verglichen mit den aus KOKSCHAROWS Achsenverhältnis ($a : c = 0,49886$) berechneten:

| | Gemessen | Berechnet (KOKSCHAROW) |
|-------------------------------|------------|---------------------------|
| $(11\bar{2}0) : (11\bar{2}1)$ | $45^0 4'$ | $45^0 4'$ |
| $(10\bar{1}0) : (11\bar{2}1)$ | $52 \ 14$ | $52 \ 17$ |
| $(10\bar{1}0) : (10\bar{1}1)$ | $(41 \ 5)$ | $40 \ 58$ |
| $(10\bar{1}0) : (31\bar{4}1)$ | $29 \ 3$ | $29 \ 0$ |

Im Dünnschliff zeigt der Beryll die gewöhnlichen optischen Eigenschaften. In Gesteinsdünnschliffen könnte man ihn leicht mit Apatit verwechseln. Die hohe Lichtbrechung und schwache negative Doppelbrechung sind beiden Mineralien gemeinsam.

Cordierit.

Die chemischen Bedingungen zur Cordieritbildung sind schon im petrographischen Teil dieser Arbeit erörtert worden; er findet sich in den Hornfelsen der Klassen 1—4.

Es würde zu weit führen, hier alle Vorkommen von Cordierit-Gesteinen im Kristianiagebiet aufzuzählen (vergl. p. 146—167); nur einige typische Beispiele seien erwähnt.

Cordierite in den umgewandelten Alaunschiefern (vergl. Hornfelse der Klassen 1 u. 2): In diesen, stark durch kohlige Substanz pigmentierten Kontaktgesteinen bildet der Cordierit ziemlich deutlich idiomorphe Körner, wie sie auf der Tafel »Strukturtypen der Kontaktgesteine«, Fig. 1 dargestellt sind.

Die einzelnen Körner sind in der Regel Durchkreuzungsdrillinge der gewöhnlichen Art. Basisschnitte zeigen in allen drei Individuen Austritt der ersten negativen Mittellinie und radiale Anordnung der Achsenebenen. Die Doppelbrechung ist ungefähr ebenso stark, wie beim Andalusit, der Brechungsquotient α ist aber nur wenig höher als der von Canadabalsam. Solche Cordierite findet man z. B. in den Chiasolith-Hornfelsen des Phyllograptusschiefers von Gunildrud (Kontaktzone am Natrongranit). Oft beobachtet man hier eine Zersetzung des Cordierits, wobei er in ein Aggregat von Glimmerschüppchen übergeht (größtenteils farbloser Glimmer, seltener hell bräunlicher). Verschiedene Stadien dieses Umwandlungsprozesses sind in den umgewandelten Alaunschiefern von Hakedal vertreten.

Einen andern Habitus zeigt der Cordierit in den (pigmentfreien) Hornfelsen der Klassen 3 und 4 (vergl. p. 154—167). Hier findet er sich in ziemlich unregelmäßigen, rektangulärlappigen Individuen, durchwegs ohne Zwillingsbildung. Lichtbrechung, sowie Vorzeichen und Stärke der Doppelbrechung wie bei den oben beschriebenen. Auch hier sind Umwandlungserscheinungen ganz gewöhnlich, teils bilden sich Muskovitpseudomorphosen, teils ist auf Kosten des Cordierits eine fast isotrope gelbliche Substanz von geringer Lichtbrechung entstanden. Auf der Tafel »Strukturtypen der Kontaktgesteine«, Fig. 2, ist eine Abbildung eines Hornfelses der Klasse 3 gegeben, der solche rektangulärlappige Cordierite enthält. Man erkennt sie als Einschluf in den großen Quarzkörnern.

In makroskopischen Krystallen hat man den Cordierit bis jetzt nicht im Kristianiagebiet nachgewiesen, nur in den umgewandelten Alaunschiefern kann man mit freiem Auge die kleinen fettglänzenden Cordieritpunkchen wahrnehmen.

Sphenoklas.¹

Unter dem Namen Sphenoklas beschrieb v. KOBELL ein neues Mineral von Gjellebæk in Norwegen (Bayr. Akad. Wissensch. 1864, p. 78, Journ. pr. Chemie 91, 1864, p. 348). Die Analyse führte auf die Formel $(\text{Ca, Mg, Fe, Mn})_6\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{21}$. Unter dieser Formel ist der Sphenoklas in die mineralogischen Lehrbücher aufgenommen.

Da der Sphenoklas seitdem nicht wieder untersucht worden ist, und besonders die optischen Eigenschaften ganz unbekannt waren, bemühte ich mich, das Mineral wiederzufinden. Trotz zahlreicher Exkursionen in das

¹ Meine Untersuchung des Sphenoklas ist schon früher an anderer Stelle publiziert worden (Centralbl. f. Min. 1911, p. 35).

Gebiet von Gjellebæk konnte ich in den dortigen Kontaktzonen kein Mineral finden, auf welches die Beschreibung des Sphenoklases passen könnte. Auch in Dünnschliffen dortiger Kontaktgesteine konnte ich immer nur die gewöhnlichen Gemengteile erkennen.

Es schien mir daher wünschenswert, das Originalmaterial einer erneuten Bearbeitung zu unterziehen. Ich wandte mich deshalb an Herrn Geheimrat P. v. GROTH, der die große Liebenswürdigkeit hatte, mir aus der Münchener Staatssammlung das eine von den zwei vorhandenen Originalstücken zu schicken. Wie man aus den Etiquetten ersehen konnte, war es unzweifelhaft das beschriebene Mineral, das Aussehen des Stücks stimmt auch völlig mit v. KOBELLS Angaben. Herr Geheimrat GROTH machte mich brieflich darauf aufmerksam, daß der Sphenoklas wohl kein einheitliches Mineral sei, sondern ein Hornfels. Diese Annahme erwies sich als völlig zutreffend, der Sphenoklas ist ein gewöhnlicher Kalksilikathornfels.

Der Sphenoklas bildet bekanntlich ca. 2 cm. dicke Lagen im bläulichen körnigen Kalk von Gjellebæk. Ein Dünnschliff wurde quer auf die Schichtung durch KOBELLS Originalstück gelegt. Die als Sphenoklas bezeichneten graugelben Silikatschichten bestanden aus einem feinkörnigen Gemenge, wovon Granat und diopsidischer Pyroxen etwa 95 $\frac{0}{10}$ ausmachten. In geringer Menge finden sich stellenweise Kalifeldspat, Muskovit (wohl sekundär), sowie Schwefelkies. Der Granat übertrifft an Menge entschieden den Pyroxen, er ist größtenteils isotrop, mitunter zeigen die äußersten Schichten schwache Doppelbrechung des gewöhnlichen Rhombendodekaëdertypus, besonders an der Grenze gegen die Kalkschichten. Die Pyroxenindividuen in dieser Granatgrundmasse erreichen gewöhnlich eine Länge von 0,05—0,1 mm., das optische Verhalten ist das gewöhnliche der diopsidischen Pyroxene. Mineralbestand und auch die ganze Struktur entsprechen also den Mergelschieferhornfelsen, wie sie nicht nur bei Gjellebæk, sondern überhaupt im Kristianiagebiet sehr verbreitet sind.

Die Dichte gibt v. KOBELL zu 3,2 an. Diese Zahl erscheint etwas niedrig; ich fand an 3,0514 g. eines möglichst reinen (kalkfreien) Materials bei 24° C. die Dichte 3,287.

Die chemische Analyse, welche v. KOBELL mitteilt, stimmt gut mit dem von mir beobachteten Mineralbestand.

Die Analyse läßt sich auf folgende Weise berechnen:

| | | Molekularquot. | Granat | Pyroxen | Rest |
|--------------------------------|--|----------------|--------|---------|--------|
| SiO ₂ | . . 46,08 ⁰ / ₁₀ | 0,7642 | 0,3753 | 0,3640 | 0,0249 |
| Al ₂ O ₃ | . . 13,04 | 0,1251 | 0,1251 | | |
| FeO | . . 4,77 | 0,0664 | 0,0394 | 0,0270 | |
| MnO ¹ | . . 3,23 | 0,0455 | 0,0455 | | |
| MgO | . . 6,25 | 0,1550 | | 0,1550 | |
| CaO | . . 26,50 | 0,4725 | 0,2905 | 0,1820 | |
| | 99,87 ⁰ / ₁₀ | | | | |

Auf den geringen Gehalt an Kalifeldspat wurde hierbei keine Rücksicht genommen, seine Menge ist zu klein, um das Resultat zu beeinflussen. Bei dieser Berechnung bleiben 1,50 ⁰/₁₀ SiO₂ ungesättigt. Das Verhältnis der Kieselsäure im Granat zu der im Pyroxen ist nahe gleich 1, daraus ergibt sich v. KOBELLS Formel (Ca, Mg, Fe, Mn)₆Al₂Si₆O₂₁.

Das Resultat meiner Untersuchung ist also, *daß der Sphenoklas kein einheitliches Mineral ist, sondern ein Gemenge von Granat und Pyroxen, und zwar ein Hornfels der Klasse 9* (vergl. p. 194).

Granat.

Wenige andere Kontaktmineralien erreichen auch nur annähernd die Häufigkeit des Granats. In den von mir untersuchten Kontaktzonen zählen die Fundorte makroskopischer Granatkrystalle nicht nach Hunderten, sondern nach Tausenden. Man findet sie in den Kontaktzonen aller unsrer Eruptive in umgewandelten kalkreichen Schichten jedes beliebigen Horizonts.

Trotz der ungeheuren Mannigfaltigkeit des Vorkommens lassen sich alle Vorkommen auf zwei Typen zurückführen. Es sind dies, wie schon im petrographischen Teil erwähnt, die Grossulare der Kalksilikاتفelse und die Andradite des Skarns.

Die Grossulare enthalten gemeinhin einige Prozente Eisenoxyd, die Andradite nicht selten einige Prozente Tonerde. Im folgenden sind alle Granaten mit stark überwiegender Tonerde unter Grossular behandelt, alle Granaten mit überwiegendem Eisenoxyd unter Andradit.

Magnesia ist so gut wie gar nicht in den Kontaktgranaten des Kristianiagebiets enthalten; der Grund hierfür ist wohl der, daß Magnesiagrana-ten erst unter hohem Druck stabil sind, vielleicht existiert auch eine obere

¹ Sehr wahrscheinlich zu hoch bestimmt, wie eine qualitative Untersuchung zeigte.

Temperaturgrenze für das Stabilitätsfeld, welche die Entstehung in gewöhnlichen Kontaktzonen verhindert.

Wohl aus denselben Gründen sind die Kontaktgranaten des Kristianiagebiets sehr arm an Eisenoxydul. Dagegen ist Manganoxydul mitunter ganz reichlich vorhanden.

Die Erscheinungen der anomalen Doppelbrechung sollen in einem besondern Abschnitt kurz besprochen werden.

Grossular.

Die Bildungsbedingungen des Grossulars sind bereits im petrographischen Teil behandelt.

Kontaktzonen des Essexits.

Sölvberget (Hadeland): Die Kalkknollen des Ogygiaschiefers sind in dem Kontakthof größtenteils zu Kalksilikathornfels umgewandelt, die als wesentlichen Gemengteil auch Grossular enthalten.

Viksbergene (Hadeland): Zusammen mit dem gelben Vesuvian (siehe diesen) kommt farbloser Grossular in Rhombendodekaëdern vor.

Kontaktzonen des Larvikit-Monzonits.

Bei Svartorsæteren in Nordmarken sind Grossular-führende Kalksilikathornfelse nicht selten.

Vettakollen, Aker: Hier findet man häufig Grossular in der Kontaktzone des akiritischen Monzonits. Von Barnetjern stammen hell rötlich-gelbe Grossularfelse. (Sammlung des mineralogischen Instituts). In den Kalksilikathornfelsen längs der Holmenkolbahn ist das Mineral auch ganz gewöhnlich.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Das Axinitvorkommen im Tal von Aarvold (Ostseite): Dies ist eins der schönsten Grossularvorkommen im Kristianiagebiet. Man kann hier nach dem Auftreten vier Gruppen unterscheiden: erstens die hellen Krystalle, die in dem Inesit-ähnlichen Mangansilikat eingewachsen sind; zweitens die grobkrySTALLINISCHEN braunen Granataggregate, die mit der Hauptmasse des Axinits vorkommen; drittens die gelbbraunen, anscheinend ganz dichten Granatfelse, die den langprismatischen Vesuvian umschließen,

und viertens die hellbraunen Granatkrystalle, die zusammen mit mikropertitischem Feldspat die Grenze der Silurscholle bilden.

Die Granatkrystalle in der Mangansilikatmasse sind scharf ausgebildete Rhombendodekaëder von hell gelbbrauner Farbe, einzelne Krystalle sind fast farblos. Die einzelnen Individuen erreichen nicht selten einen Durchmesser von 4 cm. Die Krystalle sind recht homogen, im Dünnschliff erkennt man als Einschlüsse lange Nadeln, die unter Inesit erwähnt sind. An einem Prisma bestimmte ich den Brechungsexponenten für Na-Licht. Da die anomale Doppelbrechung bei diesem Granat minimal ist, dürfte der erhaltene Wert richtig sein (bei stark anomalen Granaten können die Fehler bei der Bestimmung der Lichtbrechung bis 0,01 steigen). Ich fand: Prismenwinkel $46^{\circ} 11' 42''$, kleinste Ablenkung $41^{\circ} 1' 30''$, daraus erhält man: $n_{Na} = 1,758$. Dies ist der gewöhnliche Wert für eisenhaltigen Grossular.

Die braunen Granatkrystalle, die oft in einer Axinit-Grundmasse liegen, zeigen folgende Formen: $\{100\}$, $\{211\}$, $\{321\}$. Man kann zwei Haupttypen unterscheiden, Krystalle mit rhombendodekaëdrischem Habitus und solche mit vorherrschendem Ikositetraëder $\{211\}$. Die Rhombendodekaëder treten meist zusammen mit dem schwefelgelben Axinit auf, die Ikositetraëder mit dem blättrigen grünen. Die Krystalle sind, ebenso wie die in der Mangansilikatmasse, meist ringsum ausgebildet. Zunächst seien die Rhombendodekaëder beschrieben.

Die Einzelkrystalle erreichen oft die Größe von 5 cm., sie sind von dunkel rotbrauner Farbe. Auf polierten Schnittflächen erkennt man leicht verschieden gefärbte Zonen. Die hellen Schichten enthalten, wie Dünnschliffe zeigen, unzählige Kalkspateinschlüsse. Von sonstigen Einschlüssen mag gelber Axinit erwähnt werden, der aber nur in den peripherischen Teilen der Granatkrystalle vorkommt; die Hauptmasse des Granats ist vor dem Axinit krystallisiert. Die Flächen $\{110\}$ des Granats sind gewöhnlich nicht ganz glatt, sondern mit kleinen Vertiefungen übersät, deren Seitenbegrenzung von den vier angrenzenden Dodekaëderflächen gebildet wird. Dies sind kaum Aetzfiguren, sondern es handelt sich wohl um eine Wachstumserscheinung. Die Flächen von $\{211\}$ sind glatt, die von $\{321\}$ gewöhnlich parallel den Rhombendodekaëderkanten fein gestreift.

Ich fand folgenden Winkel für das Hexakisoktaëder:

| | Gefunden | Mittel | Berechnet |
|---------------|-----------------|------------------|-----------------|
| (110) : (321) | $19^{\circ} 0'$ | $19^{\circ} 15'$ | $19^{\circ} 6'$ |
| | 19 15 | | |
| | 19 29 | | |

An einem Prisma dieses Granats bestimmte ich die Lichtbrechung, die dritte Dezimale ist wegen der Doppelbrechung unsicher. Ich fand: Prismenwinkel $43^{\circ} 15' 42''$, kleinste Ablenkung $38^{\circ} 8' 9''$, daraus folgt; $n_{Na} = 1,769$. Zwei Bestimmungen der Dichte (an 3,6125 und 4,4028 g.) ergaben bei 17° C. folgende Zahlen: 3,699 und 3,700.

Der braune Granat von Aarvold gibt starke Manganreaktionen. Herr Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg führte auf meinen Wunsch eine quantitative Analyse aus; er teilte mir folgende Resultate mit:

| Molekularquotienten | | |
|----------------------------------|-------|--------|
| SiO ₂ . | 38,73 | 0,6257 |
| TiO ₂ . | 0,51 | 0,0064 |
| Al ₂ O ₃ . | 18,36 | 0,1796 |
| Fe ₂ O ₃ . | 5,93 | 0,0371 |
| FeO . | 0,35 | 0,0049 |
| MnO . | 3,89 | 0,0548 |
| MgO . | Spur | |
| CaO . | 30,99 | 0,5521 |
| Na ₂ O . | 0,23 | 0,0037 |
| K ₂ O . | 0,18 | 0,0019 |
| CO ₂ . | 0,40 | 0,0090 |

99,57

Nach Abzug von Kalkspat erhält man für das Verhältnis RO : R₂O₃ : RO₂ 2,85 : 1 : 2,92. Hierbei sind die Alkalien mit den Monoxyden zusammengezählt. Die Analyse entspricht also der Granatformel.

Der ikositetraëdrische braune Granat findet sich wesentlich an der Westseite des obern Randes der Silurscholle. Die Krystalle zeigen meist glatte oder schwach gestreifte Ikositetraëderflächen mit schmaler Abstumpfung durch das Rhombendodekaëder. Nicht selten findet man reine Ikositetraëder mit eingekerbten Kanten. Dünnschliffe aller dieser Krystalle zeigen, daß erst in einem relativ späten Stadium des Wachstums Ikositetraëderflächen entstanden sind. Man beobachtet einen hellgelbbraun gefärbten Kern der Krystalle mit Begrenzung durch das Rhombendodekaëder und um dieses herum eine dunkel rotbraune Schale mit ikositetraëdrischer Begrenzung. Auch diese Krystalle erreichen Dimensionen von 4—5 cm. An der dunkeln Hülle bestimmte ich die Lichtbrechung, wegen der starken Doppelbrechung der Krystalle ist die erhaltene Zahl nicht sehr sicher, wahrscheinlich ist sie zu niedrig. Ich fand Prismenwinkel $56^{\circ} 16' 0''$, kleinste Ablenkung $55^{\circ} 43' 24''$, daraus folgt $n_{Na} = 1,758$.

Der Mangengehalt ist bei diesen Krystallen recht hoch. Ich bestimmte durch Titration mit Permanganat $\text{MnO} = 6,20 \%$.

Der gelbbraune dichte Granatfels bildet die Hauptmasse der Silurscholle von Aarvold. Auch im Dünnschliff kann man nur selten eine Abgrenzung der einzelnen Individuen erkennen.

Die hellbraunen Granatkrystalle, die mit Alkalifeldspat zusammen die Grenzschicht der Silurscholle bilden, sind dagegen fast immer in deutlichen Krystallen ausgebildet. Sie zeigen gewöhnlich das Ikositetraëder $\{211\}$ vorherrschend und zwar mit stark gestreiften Flächen. Die Kombinationsstreifung von Ikositetraëder und Rhombendodekaëder ist gewöhnlich so stark, daß treppenförmige Gebilde entstehen. Die Krystalle sind größtenteils vor dem Feldspat krystallisiert, der die Lücken zwischen ihnen ausfüllt. Der Uebergang zwischen der Silurscholle und dem Nordmarkit ist ein ganz allmählicher, indem die Menge von Granat (und Diopsid) abnimmt, die des Feldspats zunimmt. Noch in einem Abstand von mehreren Dezimetern von dem Granatfels trifft man einzelne Ikositetraëder im Nordmarkit eingebettet. Auf Drusenräumen der Granat-Feldspatmasse findet man die besten Axinitkrystalle. Dieselben sind jünger als die Hauptmasse des Alkalifeldspats und des Granats.

Kleine scharf ausgebildete Granatkrystalle bilden mit Diopsid einen Kalksilikathornfels im mittleren Teil der Silurscholle.

Der Granat von Aarvold unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Grossular der Kontaktzonen besonders durch seinen hohen Mangengehalt, der unzweifelhaft aus dem Nordmarkitmagma zugeführt ist. Auffällig ist auch der Gehalt an Titansäure, den man sonst nicht bei Granaten der Kontaktzonen zu finden gewohnt ist.

Auch an der Westseite des Tals findet sich Grossular in Kalk einschlüssen des Nordmarkits.

Steinbruch an der Südostseite des Aarvoldaas: In den eingeschlossenen Schollen von Schieferhornfels findet man nicht selten Schichten von Kalksilikatfels, die Mergeleinlagerungen entsprechen. Diese Kalksilikathornfelse enthalten gewöhnlich als Hauptbestandteil ein Pyroxenmineral, daneben tritt mitunter auch Granat auf und zwar mit poikilitisch zerfetzten Individuen.

Zwischen diesem Steinbruch und dem Axinitvorkommen trifft man im Lakkolithendach umgewandelte Kalksteine mit grünlichweißen Granateinlagerungen. Die groben Granataggregate lassen noch deutlich die Hohlräume von Fossilien erkennen, man findet hier besonders Enkrinitenstiele. Zwischen Trondhjemsveien und dem Aarvoldsaas sind schöne schneeweiße Kalksilikathornfelse, wechsellagernd mit dunkeln Hornfelsen,

in einem kleinen Schotterbruch aufgeschlossen. Der Kalksilikathornfels besteht größtenteils aus Grossular.

Stadt Kristiania: Grossular ist ein wesentlicher Gemengteil des Vesuviangesteins (siehe Vesuvian) von Rodelökken.

Hakedal: Grossular ist in den Kalken der Zinklagerstätten nicht selten, als Fundort von hellbraunem Granat sei Dalstjern im Elsjöfeld erwähnt.

Die merkwürdigen Grossular-Graphit-Gesteine des Elsjölfeldes sind schon im petrographischen Teil ausführlich beschrieben, wo auch eine von Herrn Prof. DITTRICH ausgeführte Analyse mitgeteilt ist (vergl. p. 45—48). Ueber den Kohlenstoff dieser Gesteinsmassen siehe p. 231.

Wie aus der Berechnung der Bauschanalyse (p. 47) hervorgeht, ist der Granat ein sehr reiner Grossular mit nur unbedeutender Beimengung des Spessartin- und Andradit-Silikats. Die Farbe des Granats ist eine hell wachsgelbe, durch Einschlüsse von Kohlenstoff ist er aber meist pech-schwarz gefärbt.

Skrukkeliien: In der umgewandelten Kalkscholle von Skrukkeliien ist Grossular sehr häufig. Zahlreiche Stücke von dort sind in der Sammlung des mineralogischen Instituts.

Grua (Hadeland): Manche der hellen Granaten vom Grua-Tunnel mögen wohl Grossular sein.

Kontaktzonen des Natrongranits.

Hamrefjeld, Eker: Granatkrystalle der Grossular-Hessonit-Gruppe sind hier der häufigste Begleiter des Vesuvians. Der Granat findet sich oft in großen gelblichen oder braunen Rhombendodekaëdern, mitunter mit untergeordnetem Ikositetraëder. Außerdem ist er ein Hauptgemengteil der feinkörnigen Diopsid-Grossular-Hornfelse.

Gunildrud, Eker: Der Granat dieses Fundorts ist schon von BRÖGGER ausführlich beschrieben worden (»Die silurischen Etagen 2 und 3«). Besonders merkwürdig ist hier das Vorkommen großer Granatkrystalle mit Abdrücken von *Orthis calligramma*.

Kontaktzonen des Granitits.

Sata bei Konnerudkollen: Das schönste Grossularvorkommen in den Kontaktzonen des Granitits ist einer der Schürfe von Sata bei Konnerudkollen. Die hell gelblichbraunen bis farblosen Krystalle erreichen eine Größe von 1 cm. Das Vorkommen ist unter Vesuvian ausführlich beschrieben. Man findet die Krystalle längs einer großen Strecke an der

Grenze zwischen den Schiefen der Etage 8 und den Kalksteinen der Etage 9. Die Granaten von Sata zeigen nur das Rhombendodekaeder.

An zwei Prismen bestimmte ich die Lichtbrechung. Das erste wurde aus einem fast farblosen Krystall geschliffen, das zweite aus einem etwas mehr gelblichen. Da die anomale Doppelbrechung sehr schwach war, dürften die erhaltenen Werte richtig sein. Ich fand:

| | Prismenwinkel | Kleinste Ablenkung | n_{Na} |
|----|----------------------|-----------------------|----------|
| 1. | $47^{\circ} 15' 0''$ | $42^{\circ} 6' 6''$ | 1,7545 |
| 2. | $44^{\circ} 9' 51''$ | $38^{\circ} 35' 54''$ | 1,7585 |

An schwach gelblichem Granat bestimmte ich das spezifische Gewicht. Ich fand an 1,32695 g. bei 22° C. die Dichte 3,597.

Dasselbe Material von Sata benutzte ich zur quantitativen Analyse. Bei dieser fand ich:

| | Molekularquotienten | |
|--|---------------------|--------|
| SiO ₂ | 39,39 | 0,6532 |
| Al ₂ O ₃ | 16,79 | 0,1643 |
| Fe ₂ O ₃ | 7,99 | 0,0500 |
| FeO | 0,33 | 0,0046 |
| MnO | Spur | |
| MgO | 0,19 | 0,0047 |
| CaO | 35,44 | 0,6313 |
| | 100,13 | |

Aus dieser Analyse erhält man das Verhältnis RO : R₂O₃ : RO₂ gleich 2,99 : 1,00 : 3,05, was der Granatformel entspricht.

Der Eisengehalt ist übrigens recht wechselnd, in andern Krystallen desselben Vorkommens fand ich nur 5,19 % Fe₂O₃ (Gesamteisen).

In den Kontaktgesteinen von Konnerudkollen ist Grossular überhaupt häufig, an einigen Stellen bei den Gruben am Ostabhang des Kollen bildet er fast reinen Grossularfels (von andern Gemengteilen spielt nur Diopsid eine Rolle). Das Gestein erinnert an die Grossulargesteine von Gjellebæk, siehe unten.

Valsknatten bei Vikersund (Modum): Grossular ist hier sehr gewöhnlich in den umgewandelten Kalkknollen der Schieferhornfelse, makroskopisch ist er meist von braunroter Farbe.

Glomsrudkollen bei Aamot (Modum): Farblose Grossularkrystalle sitzen an der Grenze mergeliger Einlagerungen gegen den umgebenden Kontaktmarmor. Besonders schön sind die farblosen Krystalle (zusammen mit hellgelbem Vesuvian) an einem Schurf südwestlich vom Hauptvorkommen der Zinkblende.

In der Hauptgrube ist bräunlicher Grossular keineswegs selten, gewöhnlich bildet er Rhombendodekaëder, bei dem Epidotgang findet man massenhaft hell gelbbraune Ikositetraëder, die durch qualitative Untersuchung als Grossular identifiziert wurden.

Hörtekollen: Granat ist das gewöhnlichste Mineral in den Kalk-einlagerungen der Schieferhornfelse. Er ist von hellbrauner oder hell weißlichgrüner Farbe. Sehr häufig findet man hübsche Drusen kleiner Rhombendodekaëder auf den Wänden ausgewitterter Kalkknollen. Auch auf dem Helvinvorkommen ist Grossular nicht selten, hier bildet er winzige braunrote Krystalle mit Ikositetraëder und Rhombendodekaëder, ersteres vorherrschend. Die Granatkrystalle dieses Vorkommens erinnern an die vom Aarvoldstal.

Gjellebæk: Von Gjellebæk stammt bekanntlich der »Sphenoklas« (siehe p. 359), ein Grossular-Diopsid-Hornfels. Auch makroskopische Grossularkrystalle sind häufig; am schönsten ist das Vorkommen an der Landstraße nahe dem Hofe Kjenner. Hier findet man umgewandelte Mergelgesteine, die schichtenweise aus einem Aggregat gelblicher Grossularkrystalle bestehn. Auch findet man in dicken Schichten dichten weißen Grossularfels. Unter dem Mikroskop erkennt man im Dünnschliff winzige Diopsideinschlüsse in der Granatmasse. Diese Diopsidkrystalle sind dem Granat in einzelnen Schichten eingelagert, derart, daß in jedem Krystall Diopsid-haltige und Diopsid-freie Schalen wechseln. Dieser Zonenbau in Bezug auf den Einschlufreichtum läßt das Rhombendodekaëder als Form des Granats erkennen. Ähnliches findet man mitunter auch in Grossulargesteinen der Gegend von Konnerudkollen.

Im weißen Grossularfels von Gjellebæk fand ich:

| | | |
|-------------------------|-----------|--------|
| Fe_2O_3 | | 5,48 % |
| FeO | | 0,68 » |
| MnO | | Spur |

Es ist also ein ähnlicher Granat, wie der von Sata.

Andradit.

Während der Grossular in den Kontaktzonen durch Umwandlung mergeliger Sedimente meist ohne nachweisbare Substanzzufuhr entsteht, ist der Andradit durch metasomatische Umwandlung von Kalkstein gebildet. Hierbei sind dem Kalkstein vom Magma Silicium und Eisen zugeführt worden. Die geologischen Verhältnisse deuten darauf, daß diese Zufuhr eine pneumatolytische war. Der Prozeß der Andraditbildung ist ausführlicher im petrographischen Teil dieser Arbeit besprochen (siehe p. 211—220).

Die Umwandlung des Kalksteins zu Andradit stellt im Kristianiagebiet den weitaus häufigsten Fall pneumatolytischer Kontaktmetamorphose dar, sie ist auch aus vielen andern Gebieten bekannt (vergl. p. 220—226).

Neben der Umwandlung des Kalksteins in Kalkeisensilikate, eventuell mit Erzen, spielen alle andern kontaktmetasomatischen Prozesse nur eine untergeordnete Rolle.

Manche Berichte über andre Arten von kontaktmetasomatischer Umwandlung des Kalksteins erscheinen revisionsbedürftig. So zum Beispiel beschreiben LEITH und HARDER (U. S. Geol. Survey 1908, Bull. 338) aus dem Iron Springs District merkwürdige Umwandlungen von Kalkstein in kalkarme Silikatgesteine. Es scheint mir aber keineswegs der *geologische* Beweis erbracht zu sein, daß die dort beschriebenen Silikatgesteine aus *Kalkstein* entstanden sind; sollte es sich nicht um Eruptivgesteine handeln?

Wird ein etwas mergeliger Kalkstein andraditisiert, so entsteht kein reiner Andradit, sondern ein Kalkeisengranat mit Beimengung von Kalktongranat, wobei jedoch die Eisenverbindung in der Regel stark überwiegt. Der Mangangehalt der Andradite ist gewöhnlich nicht groß, in den von mir untersuchten Fällen beträgt er ca. 0,5—1,5 %.

Die Farbe des Andradits ist eine sehr wechselnde und steht anscheinend in keiner einfachen Beziehung zur Zusammensetzung. Die gewöhnlichste Farbe ist ein dunkles Grün oder Braun, andre Andradite sind lichtgrün durchsichtig, mitunter sind sie schwefelgelb oder rot gefärbt.

Es ist ausgeschlossen, alle Fundorte auch nur aufzuzählen, im folgenden sollen nur die näher untersuchten Vorkommen erwähnt werden.

Kontaktzonen des Essexits.

Ein sicher bestimmtes Vorkommen von Andradit im Essexitkontakt ist mir nicht bekannt, wahrscheinlich ist aber der grüne Granat vom Heulanditvorkommen am Südabhang von Viksbergene (Hadeland) Andradit.

Kontaktzonen des Akerits und Larvikit-Monzonits.

Vettakollen: Hier ist eine kleine obersilurische Kalkscholle nahe der Grenze in den Akerit eingesunken und mit Erzen imprägniert worden. Der größte Teil der Kalkscholle ist dabei zu typischem dunkelgrünen Andraditskarn umgewandelt worden. In der Andraditmasse findet man Magnetit, Kupferkies und Zinkblende. Sowohl der Andraditfels, wie der grobkristallinische Marmor führen blauen Fluorit.

Auch der Granat der alten Eisengrube von Vettakollen dürfte größtenteils Andradit sein. Von diesem Vorkommen brachte mir Herr Cand. real. OXAAL hübsche braune Krystalle, die auf Magnetit aufgewachsen waren.

Dieselben zeigten außer dem Rhombendodekaëder noch ein Tetrakis-hexaëder.

Am Larvikit-Monzonit der Gegend von Slagtern in Nordmarken ist Kalkstein zu grünem Andraditfels umgewandelt worden.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Grorud: Am Rande der großen Kalkscholle im Nordmarkit bei Grussletten ist stellenweise brauner Andradit gebildet, der von den gewöhnlichen Kontakterzen begleitet wird (vergl. p. 39 im geol. Teil).

Kirkebyfeld (Hakedal): Am Weg zwischen dem Tal und den Zinkvorkommen beim Abortjern hat man an mehreren Stellen nahe der Nordmarkitgrenze auf Zinkblende geschürft. Die braune Zinkblende findet sich hier im Ceratopygenkalk, der vollständig zu grünem Granatfels umgewandelt ist (vergl. p. 42 im geol. Teil). Der Andraditfels besteht aus einem körnigen Aggregat kleiner Rhombendodekaëder. Eine Bestimmung des Eisengehalts wurde auf meinen Wunsch von Herrn Stud. min. JAKOB ELLINGSEN ausgeführt, er fand

| | | | |
|-------------------------|---------|--------------------|-----|
| Fe_2O_3 | | 29,51 | 0/0 |
| FeO | | nicht nachweisbar. | |

Dies stimmt auf einen recht reinen Andradit, die theoretische Zusammensetzung des Kalk-Eisen-Granats ist bekanntlich:

| | | |
|-------------------------|---------|------|
| SiO_2 | | 35,4 |
| Fe_2O_3 | | 31,5 |
| CaO | | 33,1 |

Am Abortjern spielt Andradit nur eine untergeordnete Rolle, hier ist Hedenbergitskarn vorherrschend.

Elsjöfeld (Hakedal): Andradit ist hier sehr häufig, so in dem umgewandelten Kalk bei der Grube Erdmann. Auch die Kalkschichten und Kalkellipsoide der Alaunschiefer im westlichen Teil des Elsjöfeldes sind mitunter vollständig in grünen Andradit umgewandelt.

Die Granat-Graphit-Gesteine vom Elsjöfeld enthalten dagegen nicht Andradit, sondern Grossular.

Toftner Sæter bei Hurdalssjøen: Hier ist im umgewandelten Orthocerenkalk auf Zink geschürft worden; stellenweise ist der Kalk andraditisiert.

Grua (Hadeland): Bei den Kontaktlagerstätten von Grua ist Andradit ein sehr gewöhnliches Mineral; die Andraditvorkommen von Grua sind wohl die schönsten des Kristianiagebiets.

Längs der Nordgrenze der nordmarkitischen Tiefengesteine erstreckt sich ein Kalkzug, welcher wahrscheinlich der silurischen Etage 5 angehört. An der Grenze gegen den Nordmarkit (Pulaskit) ist der Kalk in reine Andraditmassen umgewandelt. An zahlreichen Aufschlüssen läßt sich die Umwandlung des Kalksteins in Andradit verfolgen.

Im folgenden seien einige dieser Vorkommen beschrieben.

Bei dem Kalkofen trifft man eine reine grünlichbraune Andraditmasse, die von Skapolithgängen (siehe Skapolith) durchadert ist. Geht man etwas höher hinauf, wobei man sich von der Eruptivgrenze entfernt, so kommt man zu ein paar kleinen Marmorbrüchen. Hier sieht man, wie der ungemein grobkörnige Marmor von apophysenartigen Ausläufern der großen Andraditmasse durchsetzt wird.

Die Andraditmassen sind dem Kalk teils lagerartig eingeschaltet, teils durchbrechen sie ihn quer auf die Schichtung. Der Andradit ist sehr schön krystallisiert und bildet meist ringsum ausgebildete Rhombendodekaëder, mitunter mit schmaler Abstumpfung durch das Ikositetraëder $\{211\}$. Die sehr ebenflächigen Krystalle erreichen eine Größe von 6 cm., am häufigsten sind solche mit 1—2 cm. Durchmesser. Die Farbe ist bei diesem Vorkommen ein tiefes Schwarzgrün. Oft bildet der Andradit keine zusammenhängenden Gänge, sondern ist nesterartig dem Kalk eingelagert.

An ausgesucht reiner Substanz (der anhaftende Kalkspat war mit Salzsäure entfernt worden) bestimmte ich das spezifische Gewicht. Ich erhielt an 7,1684 g. bei 23° C. die Dichte 3,825.

Dasselbe Material schickte ich an Herrn Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg zur Analyse. Er teilte mir folgende Prozentzahlen mit:

| | | Molekularquotienten |
|--------------------------------|-----------|---------------------|
| SiO ₂ | . . 35,44 | 0,5877 |
| TiO ₂ | . . — | |
| Al ₂ O ₃ | . . 1,26 | 0,0123 |
| Fe ₂ O ₃ | . . 29,18 | 0,1826 |
| FeO | . . 0,41 | 0,0057 |
| MnO | . . 0,48 | 0,0068 |
| MgO | . . — | |
| CaO | . . 32,62 | 0,5811 |
| Na ₂ O | . . 0,38 | 0,0061 |
| K ₂ O | . . 0,08 | 0,0008 |
| CO ₂ | . . 0,09 | 0,0020 |
| <hr/> | | |
| 99,94 | | |

Zieht man Kalkspat ab und zählt die geringe Alkalimenge zu den Monoxyden, so bekommt man für das Verhältnis $RO:R_2O_3:RO_2$ die Zahlen 3,07:1,00:3,02, entsprechend der Granatformel.

Wie man sieht, entspricht der Granat aus den Marmorbrüchen von Grua sehr nahe einem reinen Andradit. Wir haben hier also nicht etwa einen Kalksilikatfels, wie er aus einem Mergel entsteht, sondern einen *Skarn*, einen *ferrifizierten Kalkstein*.

Ein Dünnschliff einer solchen Andraditmasse aus den Marmorbrüchen beim Kalkofen ist im petrographischen Teil auf der Tafel »Strukturtypen«, Fig. 6 dargestellt. Man erkennt kleine Einschlüsse von Hedenbergit in den Andraditkrystallen.

Der Hedenbergit ist älter als der Andradit, dies gilt für alle von mir untersuchten Skarngesteine des Kristianiagebiets.

Ein schönes Profil, welches den Vorgang der Andraditisierung erläutert, ist an der Eisenbahnlinie (vergl. das Profil, Fig. 10, im geol. Teil, p. 53) gleich südlich von der Station Grua aufgeschlossen. Man sieht an der Ostseite der Bahn den hier etwas unreinen Kontaktmarmor; die Schichten sind gefältelt. In diesem Marmor setzen stockförmig mehrere Meter breite Andraditmassen auf. Zu beiden Seiten derselben kann man im Streichen den Uebergang des Kalks in Andradit verfolgen. Der Kalk enthält selbst stellenweise große Andraditnester, besonders an der Westseite der Bahnlinie. In geringer Mächtigkeit treten vereinzelte Skapolithgänge auf.

Neben dem ganz überwiegenden Andradit finden sich vielleicht in einzelnen Schichten tonerdereichere Granate.

Gleich westlich von der Bahnlinie liegt eine größere Andradit-Quarz-Masse (mit einer der alten Eisengruben).

Am Weg von der Station Grua zum Muttatjern trifft man wieder eine Andraditmasse, welche wohl die Fortsetzung der vorigen ist. Der Andraditfels bildet einen kleinen Rücken, der südlich von der Straße gut aufgeschlossen ist. Die Krystalle erreichen Größen bis zu 5 cm., sie zeigen neben vorherrschendem $\{110\}$ auch noch $\{211\}$. Die Farbe ist wechselnd, lederbraun bis schwarzgrün. Der Granatfels ist oft von Quarzadern durchsetzt.

In den Gruben von Mutta ist Granat relativ spärlich, die dunkelgrünen oder braunen Krystalle dürften größtenteils zum Andradit gehören.

Noch weiter westlich liegt die Skarnmasse der Skjærpemyr-Grube. Der Skarn besteht vorwiegend aus Andradit, daneben findet sich Pyroxen (oft uralitisiert). Der Granat ist von wechselnder Farbe, man findet den gewöhnlichen schwarzgrünen Andradit, neben intensiv braunroten Granaten,

die wohl ebenfalls zum Kalkeisengranat gehören. Einzelne Bänke des Granatfelsens bestehn aus intensiv schwefelgelben Iksitetraëdern {211}. Ich fand in diesen:

| | | | |
|-------------------------|-----------|-------|-----|
| Fe_2O_3 | | 28,98 | 0/0 |
| FeO | | 0,28 | » |

MnO wurde nicht bestimmt, seine Menge ist jedenfalls unter 1 0/0. Der Granat ist also ein typischer Andradit.

Auch die Kalkscholle vom Grua-Tunnel, von welcher die großen Uralitkrystalle stammen, ist größtenteils andraditisiert worden. In der derben rotbraunen Granatmasse, auf der die Uralite aufgewachsen sind, fand ich:

| | | | |
|-------------------------|-----------|-------|-----|
| Fe_2O_3 | | 22,01 | 0/0 |
| FeO | | 0,74 | » |
| MnO | | 0,90 | » |

Also ist auch in diesem Granat das Andraditsilikat überwiegend. Auf der dichten Granatmasse findet man große aufgewachsene Rhombendekadäer mit untergeordnetem Iksitetraëder {211}.

Neben dem Andradit mögen hier vielleicht Tonerdegranate vorkommen.

Das Zinkvorkommen von Typografhemmet, nordöstlich von Grua: Hier ist der Orthocerenkalk an der Grenze gegen Nordmarkit teilweise zu grünem Andraditfels umgewandelt.

Kontaktzonen des Natrongranits.

Hamrefjeld, Eker: Bei den Zinkblendeschürfen am Rande der Silurscholle ist der Kalk zu dunkelgrünem oder braunem Granat umgewandelt, dies ist wohl Andradit.

Längs der Kontaktzone des Natrongranits von Eker liegen ein paar alte Eisengruben (Rökeberg, Besseberg, Saasen und Korsegaard). Ich habe diese Vorkommen nicht selbst besucht, nach den geologischen Verhältnissen ist reichliche Andraditbildung anzunehmen.

Kontaktzonen des Granitits.

Konnerud: In der Gegend von Konnerud wurde der Andradit durch d'ANDRADA entdeckt und unter dem Namen *Allochroit* beschrieben. Der Name *Allochroit* wurde dann von KEILHAU häufig gebraucht, um die gewöhnlichen Granat-Mineralien der Kontakterzlagerstätten zu bezeichnen. In der »Gaea Norvegica«, 1837, betont er an vielen Stellen, daß die Erze der Kontaktlagerstätten so häufig von *Allochroit* begleitet werden.

Von d'ANDRADAS Allochroit liegen zwei alte Analysen vor, I von VAUQUELIN ausgeführt, (bei CHR. SCHUMACHER, »Versuch eines Verzeichnisses der in den Dänisch-Nordischen Staaten sich findenden einfachen Mineralien«, Kopenhagen 1801), II von H. ROSE (»Karstens Min. Tab.«, 1808).

| | I | II |
|--|--------|-------|
| SiO ₂ | 35,00 | 37,00 |
| Al ₂ O ₃ | 8,00 | 5,00 |
| Fe ₂ O ₃ | 17,00 | 18,50 |
| MnO | 3,50 | 6,25 |
| CaO | 30,50 | 30,00 |
| CaCO ₃ | 6,00 | |
| | 100,00 | 96,75 |

VAUQUELINS Analyse zeigt einen Tonerde-haltigen Andradit, wie er in der Gegend von Konnerud sehr gewöhnlich ist (siehe weiter unten). Bei H. ROSES Analyse erscheint der hohe Mangangehalt auffällig, den wir sonst nicht in den Andraditen des Kristianiagebiets finden.

Schon Anfang des neunzehnten Jahrhunderts war also das Vorkommen von Kalk-*Eisen*-Granat in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets erkannt worden.

Im folgenden sollen einige der Vorkommen um Konnerud näher beschrieben werden.

Geht man von Drammen die Landstraße nach Konnerud, so trifft man gleich an der oberen Grenze des Granitits im Lakkolithendach eine große Andraditmasse. Die dunkelgrünen Krystalle, aus denen das Gestein fast ausschließlich besteht, zeigen neben dem herrschenden Ikositetraëder {211} auch oft das Rhombendodekaëder stark entwickelt. Die plattenförmige Andraditmasse ist vielfach von Quarz durchsetzt. Der Granat entspricht nicht der reinen Andraditzusammensetzung, ich fand nämlich:

| | |
|--|---------|
| Fe ₂ O ₃ | 23,68 % |
| FeO | 0,34 » |

Der Granat ist also ein nicht sehr reiner Andradit, der wohl aus etwas mergeligem Kalkstein entstanden ist. Andradite ähnlicher Zusammensetzung finden sich auch in den Kontaktzonen außerhalb des Kristianiagebiets an vielen Orten (siehe z. B. p. 221, 222, 223, 226).

Die Andraditmasse am Konnerudweg gehört entweder zu einem eingesunkenen Stück der silurischen Etage 9, oder sie ist aus einem Kalk-niveau des mittlern Obersilurs (Etage 7 oder 8) entstanden. Sie läßt sich noch ein Stück am Fußpfade durch »Baklien« verfolgen, danach wird alles

überdeckt. Geht man weiter durch Baklien, kommt man zu einigen verlassenen Schürfen bei Gomperud. Hier findet sich Zinkblende in Kalkstein der Etage 9, der stark andraditisiert ist.

Folgt man weiter dem kleinen Weg nach Westen, so trifft man auf eine große Andraditmasse (vergl. die Kartenskizze im geol. Teil), die durch metasomatische Umwandlung desselben Kalksteins entstanden ist. Der braune grobkrySTALLINISCHE Andraditfels bildet auf einer großen Strecke das Hauptgestein. Herr stud. min. JAKOB ELLINGSEN hat auf meinen Wunsch eine Eisenbestimmung ausgeführt, er fand:

| | |
|--|---------|
| Fe ₂ O ₃ | 19,90 % |
| FeO | 0,41 » |

Es ist also ein ähnlicher Andradit wie der vom Konnerudweg, was die Vermutung bestärkt, daß wir am Konnerudweg eine gesunkene Scholle der Etage 9 vor uns haben.

Längs der nördlichen Fortsetzung der großen Verwerfung der Oran-Grube ist der Kalk der Etage 9 intensiv andraditisiert. Hier findet man grünen und braunen Andradit.

Sehr schöne Andradite kommen bei den Gruben am Konnerudkollen vor. Aus dem Kontaktstollen kenne ich von vielen Stellen hellgrünen Andraditfels, der in Streifen dem grobkrySTALLINISCHEN Kalk eingelagert ist. Im Nordskjærp ist der Kalk der Etage 9 von einer Verwerfungsspalte aus andraditisiert worden. In der Spalte setzt ein Diabasgang von der Gang-gefolgschaft des Granitits auf. Man kann hier sehr deutlich sehn, wie der reine Marmor im Streichen in Andraditfels übergeht und neben dem Diabas-gang nur noch aus braunem Andradit und Erzen (hauptsächlich Zinkblende) besteht. An schön grobkrySTALLINISCHEM {110} und {211} Andradit von der Halde des Nordskjærp bestimmte ich das spezifische Gewicht. Ich fand an 5,4407 g. bei 23° C. die Dichte gleich 3,753. Dasselbe Material übersandte ich Herrn Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg zur quantita-tiven Analyse. Er teilte mir folgendes Resultat mit:

| | | Molekularquotienten |
|--|-------|---------------------|
| SiO ₂ | 35,67 | 0,5915 |
| TiO ₂ | — | — |
| Al ₂ O ₃ | — | — |
| Fe ₂ O ₃ | 29,58 | 0,1852 |
| FeO | 0,25 | 0,0035 |
| MnO | 0,94 | 0,0132 |
| MgO | — | — |
| CaO | 32,59 | 0,5793 |
| Na ₂ O | 0,47 | 0,0076 |
| K ₂ O | Spur | — |
| | 99,50 | |

Rechnet man die Natronmenge mit den Monoxyden, so erhält man für das Verhältnis $RO : R_2O_3 : RO_2$ die Zahlen 3,19 : 1,00 : 3,26, was ungefähr der Granatformel entspricht. Die Abweichungen sind zum Teil in einer Verunreinigung durch Pyroxen (Hedenbergit) begründet, der im Dünnschliff erkennbar ist.

Andradit ist eins der gewöhnlichsten Mineralien in allen metamorphen Kalken der Gruben am Konnerudkollen.

Eisengrube von Narverud: Diese Grube war von altersher für ihre schönen Granatkrystalle bekannt. Es sind meist Rhombendodekaëder mit untergeordnetem $\{211\}$. Die grünen Krystalle zeigen oft durch zonaren Aufbau ein schönes Farbenspiel. Andre Krystalle sind von mehr unscheinbarer grünbrauner Farbe; die Individuen sind mitunter faustgroß.

Die Skarnmasse von Narverud besitzt sehr große Dimensionen. Abwechselnd mit dem grünen Andradit findet man stellenweise Schichten von gelblichbraunem Granat, der wohl mergeligen Schichten des Kalks entspricht. Das ganze Vorkommen gehört der silurischen Etage 7 an (oder dem unteren Teil von 8).

Ich untersuchte den Eisengehalt eines dunkelgrünen Granatfelsens, dessen Krystalle vorherrschend $\{211\}$ zeigten. Ich fand:

| | | |
|-----------|-----------|---------|
| Fe_2O_3 | | 30,57 % |
| FeO | | 0,62 » |

Der Gehalt an MnO wurde nicht quantitativ bestimmt, er dürfte schätzungsweise um 1 % betragen.

Grüner Andradit in Rhombendodekaëdern findet sich im Kalk etwas oberhalb der Narverud Grube.

Von weiteren Vorkommen mögen die Eisengruben von Dalemyr und Nikkerud erwähnt werden.

Hagatjern: Längs einigen Quarzporphyrgängen ist auf Kupferkies geschürft worden. Der umgebende Kalkstein ist stellenweise stark andraditisiert. Der hellgrüne Andradit eines Schurfes nördlich von Hagatjern zeichnet sich durch schöne Perimorphosenbildung aus.

Auch weiter südwestlich bei dem Zinkblendevorkommen von Korsegaard tritt Andradit auf, ebenso in mehreren Schürfen längs dem mittleren Lauf des kleinen Flusses Brömsa, nahe dem Aaserudgebiet.

Aaserud: Im Gebiet von Aaserud ist Andradit das gewöhnlichste Mineral in den zahlreichen Schürfen auf Zinkblende. Der Andradit ist gewöhnlich von hellgrüner Farbe. Man sieht oft, wie er längs Verwerfungsspalten im Kalkstein der Etage 9 gebildet ist.

In der Eisenglanzgrube von Aaserud (Aaserud-Schurf) kommt Andradit in größter Masse vor. Der Skarn ist gewöhnlich dicht und Hornfels-ähnlich. Unter dem Mikroskop erkennt man aber sofort, daß er nur aus Granat mit Spuren von Pyroxen besteht. Die Farbe ist eine dunkel grünlich-braune. Ich fand in einem typischen Stück:

| | | |
|-------------------------|-----------|---------|
| Fe_2O_3 | | 28,50 % |
| FeO | | 0,67 » |

Der Granat von Aaserud ist seinerzeit von Prof. Vogt untersucht worden (»Norske ertsforekomster I«, Arkiv for Mathematik og Naturvidenskaber, Bd. 9, 1884, p. 255). Er fand:

| | | |
|---|-----------|--------|
| SiO_2 | | 34,53 |
| $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ | | 34,24 |
| MgO | | 1,53 |
| CaO | | 30,15 |
| | | 100,45 |

Da er nicht Al_2O_3 und Fe_2O_3 voneinander trennte, so konnte er natürlich nicht den Granat als Andradit erkennen, sondern vermutete in ihm das Umwandlungsprodukt eines mergeligen Schiefers.

Dale-Gruben: Der Granat der Einschlüsse im Quazporphyr (siehe im geologischen Teil p. 80) dürfte, der intensiv gelbgrünen Farbe nach, Andradit sein. Er bildet meist Bruchstücke scharfkantiger Rhombendodekaëder im Quarzporphyr. Stellenweise findet er sich in größeren Massen. Diese Granatklumpen, die nur am Rand einen Aufbau aus Einzelkrystallen erkennen lassen, sind mit dünnen Quarznadeln durchspickt.

Rien in Sande: Unter den Kalksilikatgesteinen, welche die Zinkblende von Rien begleiten, sind Granatfelse sehr verbreitet. Zum Teil handelt es sich um Grossular-reiche Mischungen, zum Teil enthält der Granat überwiegend das Andraditsilikat. In einem hell braungelb durchsichtigen Granat fand ich:

| | | |
|-------------------------|-----------|---------|
| Fe_2O_3 | | 19,47 % |
| FeO | | 0,64 » |

Valsknatten bei Vikersund (Modum): Der gelbgrüne Granat der Kalkknollen an der unmittelbaren Grenze der Granitits erfüllt (siehe Centralbl. Min. 1909, 410), dürfte Andradit sein.

Glomsrudkollen bei Aamot (Modum): Die grünen Granatfelse, welche an den Zinklagerstätten durch metasomatische Umwandlung des Kalksteins entstanden sind, müssen bestimmt als Andradit angesprochen werden.

Gebiet von Gjellebæk-Kjenner an der Ostseite des Liertals: Ein großes Gebiet plattenförmiger Massen von Andraditskarn erstreckt sich mit Unterbrechungen von der Buttedal-Grube im Westen bis zu der alten Gjellebæk Grube. Der Skarn bildet die Grenze zwischen dem Granitit und dem darüberliegenden Marmor des Lakkolithendaches. Auf der 5 Kilometer langen Grenze ist die Skarnschicht an vielen Orten prachtvoll aufgeschlossen.

Der westlichste Aufschluß ist bei der Kupferkies-Magnetit-Grube von Buttedal, hier mag die dunkelgrüne Andraditmasse, in der die Erze vorkommen, eine durchschnittliche Dicke von etwa 3 Metern haben.

Eine analoge Skarnmasse ist an der unmittelbaren Grenze zwischen Granitit und Marmor in mehreren alten Schürfen und Gruben bei dem Hofe Griserud aufgeschlossen. Die dunkelgrünen Krystalle zeigen das Rhombendodekaëder vorherrschend, mit schmaler Abstumpfung durch $\{211\}$. Fast alle Krystalle von diesen Schürfen zeigen eine starke Streifung parallel der kurzen Diagonale auf den Rhombendodekaëderflächen.

Nahe bei Griserud ragt die Skarnmasse in die darüber liegenden Marmorbrüche. Längs Spalten im Kalkstein dringen sozusagen Apophysen der Skarnmasse in die Höhe (siehe Fig. 17, p. 97 im geologischen Teil). Diese Andraditgänge entsenden kleine liegende Apophysen parallel den Schichtfugen des Marmors. Gewöhnlich ist der Granat im Marmor von einem Saum aus Wollastonit umgeben, der zahlreiche Granatkrystalle enthält.

Bei einer quantitativen Analyse fand ich folgende Zusammensetzung des Granats:

| | | Molekularquotienten |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|
| SiO ₂ | 35,67 | 0,5915 |
| Al ₂ O ₃ | Spur | — |
| Fe ₂ O ₃ | 31,67 | 0,1982 |
| FeO | 0,36 | 0,0050 |
| MnO | 0,90 | 0,0127 |
| MgO | Spur | — |
| CaO ¹ | (31,40) | 0,5594 |
| 100,00 | | |

Man erhält für das Verhältnis RO : R₂O₃ : RO₂ die Werte 2,98 : 1,00 : 2,91.

Der Granat ist demnach ein reiner Andradit.

¹ Aus der Differenz berechnet, weil die direkte Bestimmung verunglückte.

Dieselbe große Skarnplatte ist in der alten Gjellebæk-Grube auf Kupferkies (und Magnetit) abgebaut worden. Der Granat ist oft sehr schön durchsichtig und von ganz hell grüner Farbe. An solchem Material (Krystallform {110}) bestimmte ich das spezifische Gewicht. Ich fand an 1,5815 g. bei 17° C. die Dichte gleich 3,836. An demselben Material bestimmte ich den Gesamtgehalt an Eisen. Ich erhielt:

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 29,23 \text{ } \frac{0}{100}.$$

Andre Krystalle desselben Vorkommens zeigen neben {110} und {211} noch ein mattflächiges Tetrakishexaëder, wohl {320}.

Eine Fortsetzung der Skarnmasse findet man in der alten Magnetitgrube von Kjenner und in der Wismutgrube, ebenso wie in den umliegenden Schürfen.

Die dunkelgrünen Andraditskarne sind in Kjenner von jüngeren Quarzschlieren durchzogen (siehe im geol. Teil p. 100). In dem typischen dunkelgrünen Granatfels von Kjenner fand ich:

| | | |
|-------------------------|-----------|-----------------------|
| Fe_2O_3 | | 31,19 $\frac{0}{100}$ |
| FeO | | 9,57 |
| MnO | | 1,62 » |

Der Granat ist also ein Andradit.

Die wiederholte Kontaktmetamorphose bei Kjenner äußert sich auch in der Bildung schöner Pseudomorphosen von Andradit nach Andradit. Man findet 4 cm. große rauhe Rhombendodekaëder, die aus einem regellos körnigen Aggregat kleiner Andraditkrystalle bestehen.

Isi in Bærum: Dicht bei dem Vorkommen des Helvins (siehe diesen) findet man dunkelgrüne kleine Andraditkrystalle in der Verwerfungskluft, welche die obersten Schichten des devonischen Sandsteins von dem ober-silurischen Marmor trennt.

Ueber anomale Doppelbrechung beim Granat.¹

Die Granatminerale der Kontaktzonen im Kristianiagebiet bieten ein ausgezeichnetes Material zum Studium anomaler Doppelbrechung. Ich untersuchte die optischen Verhältnisse an Granatmineralien in einigen hundert Dünnschliffen; im folgenden sollen die Resultate kurz wiedergegeben werden.

¹ Eine kurze Darstellung meiner ersten Resultate habe ich schon früher gegeben (Centralbl. Min., 1909, p. 409—410).

Bei Grossular und Andradit finden wir im großen und ganzen dieselben Haupttypen optischer Anomalien, deshalb sollen Grossular und Andradit gemeinsam besprochen werden.

Die Orientierung der Doppelbrechung ist, wie schon KLEIN (N. Jahrb. Min., 1883, I, p. 87—163) gefunden hat, in erster Linie von der Krystallbegrenzung des Granats abhängig. Fast immer steht die Bisektrix α senkrecht auf derjenigen Fläche, die den betreffenden Anwachskegel nach außen begrenzt.

Hat ein Granatkrystall während des Wachstums seinen Habitus verändert, so äußert sich dies auch in der Art der Doppelbrechung, so z. B. kann ein Kern mit Rhombendodekaëderstruktur von einer Hülle mit Ikositetraëderstruktur umgeben sein, *immer aber ist die spezielle Orientierung der Anisotropie von derjenigen Fläche bedingt, welche seinerzeit den betreffenden Krystallteil nach außen begrenzt hat.*

Rhombendodekaëderstruktur.

Dies ist die weitaus häufigste Art anomaler Doppelbrechung, wie sie schon KLEIN ausgezeichnet beschrieben hat. Der Anwachskegel jeder Rhombendodekaëderfläche bildet optisch ein Ganzes, die Bisektrix α steht genau senkrecht auf der Rhombendodekaëderfläche, die Trace der Achsenebene folgt genau deren langer Diagonale. Der innere Winkel der optischen Achsen $2V$ ist stets sehr nahe an 90° .

Dieser Typus ist bei den gewöhnlichen Andraditen und Grossularen weit verbreitet. Die Stärke der Doppelbrechung ist wechselnd, $\gamma - \alpha$ kann bis 0,01 steigen. Sehr gewöhnlich findet man zonaren Aufbau aus abwechselnden Schichten mit verschiedener Stärke der Doppelbrechung, auch Schichtenbau aus abwechselnd isotropen und doppelbrechenden Schichten ist häufig. Derartige Schichtenstrukturen finden sich bei allen doppelbrechenden Andraditvorkommen, die ich untersucht habe, Grossulare zeigen öfters Aufbau auf optisch einheitlichen Anwachskegeln.

Die Doppelbrechung muß schon unmittelbar nach der Krystallisation des Granats bestanden haben, ist also nicht erst durch eine nachträgliche Spannung während der Abkühlung bedingt. Man findet nämlich an zahlreichen Fundorten Granatkrystalle, die noch während der Kontaktmetamorphose zerbrochen sind, und dann verhält sich jedes Bruchstück, wie der betreffende Teil eines unzerbrochenen Krystalls. Die einzelnen Anwachskegel sind in optischer Beziehung völlig normal, in jedem Teil des Bruchstücks steht die Bisektrix α senkrecht auf der begrenzenden Rhombendodekaëderfläche. Die zufälligen Bruchflächen sind

ohne den geringsten Einfluß auf die optische Orientierung der einzelnen Sektoren. Solche zerbrochene Granatkrystalle habe ich vielerorts beobachtet, in Quarzgängen von Nysæter (Grua), Kjenner (Gjellebækgebiet), in zahlreichen Quarzporphyrgängen von Konnerudkollen, den Dale-Gruben u. s. w., um nur einige Beispiele zu nennen.

Dies zeigt, daß die Doppelbrechung des Granats im wesentlichen schon vor dem Zerschneiden und Abkühlen der Krystalle fertig vorhanden war.

Grenzt ein Granatkrystall an ein älteres Mineral, so kann an der Berührungsstelle eine Scheinfläche entstehen, diese Scheinflächen sind ohne jeden Einfluß auf die Orientierung der Anisotropie. Dies kann man an den Granatkrystallen von Kjenner beobachten, wo dieselben an den ältern Wismutglanz angrenzen.

Man sieht daraus, daß die anomale Doppelbrechung nicht durch Abkühlungsspannung des fertigen Krystallpolyeders entsteht, denn dann würde *jede begrenzende Fläche* ihren Einfluß äußern, nicht nur die Krystallflächen.

Die gewöhnliche Rhombendodekaëderstruktur, die man in 99 von 100 Fällen bei den doppelbrechenden Granaten antrifft, hat die Bisektrix α senkrecht auf der begrenzenden Rhombendodekaëderfläche. Weit seltener trifft man Granatkrystalle mit der Bisektrix γ senkrecht auf der Rhombendodekaëderfläche. Das einzige solche Vorkommen, das ich aus dem Kristianiagebiet kenne, ist der braune Granat von Aarvold (welcher von DITTRICH analysiert ist, siehe Grossular). Dieser Granat zeigt in seiner Hauptmasse den normalen Rhombendodekaëdertypus, nur in den äußersten Schichten beobachtet man die gegenseitige Vertauschung der Elastizitätsachsen. Vielleicht hängt dies mit dem relativ hohen Mangan-gehalt dieses Vorkommens zusammen, den wir sonst nicht bei den Kontaktgranaten des Kristianiagebiets finden. Es ist ja bekannt, daß Gläser verschiedener Zusammensetzung gegen Druck ein ganz verschiedenes optisches Verhalten zeigen, bei manchen fällt die Bisektrix α in die Druckrichtung, bei manchen dagegen γ .

Sehr merkwürdig ist der Einfluß geometrischer Anomalien auf die optischen Anomalien des Granats.

Häufig sind die Rhombendodekaëderflächen des Granats nicht eben, sondern wellig gekrümmt. Man kann dies oft im Dünnschliff beobachten, besonders an deutlich zonargebauten Krystallen läßt sich nicht selten eine wellige Begrenzung der einzelnen Schichten feststellen. Diese geometrische Anomalie äußert sich auch in der Doppelbrechung, und zwar derart, daß stets die Schwingungsrichtung α' senkrecht auf der welligen Außenbegren-

zung steht. Für jeden einzelnen kleinen Krystalteil ist also die Auslöschungsrichtung durch die unmittelbar außerhalb liegende Oberflächenrichtung gegeben. Ist eine Rhombendodekaëderfläche wellig gekrümmt, so verursacht dies eine undulierende Auslöschung in dem darunter liegenden Anwachskegel des Krystals.

Ist nur eine einzelne Schicht eines zonargebauten Krystals wellig gekrümmt, so zeigen nur diese und die unmittelbar darunter liegende Schicht des betreffenden Anwachskegels undulierende Auslöschung, nicht aber die außerhalb liegenden Schichten. Ich habe derartige Strukturen an vielen Vorkommen beobachtet.

Alle oben beschriebenen optischen Anomalien des Granats können als *primäre optische Anomalien* bezeichnet werden, die unmittelbar durch die Art der Krystallbegrenzung bedingt sind. An kleinen Krystallen trifft man in der Regel nur diese primären Anomalien.

An größeren Granatkrystallen (von einigen Centimetern Durchmesser) trifft man noch eine zweite Art optischer Anomalien, anscheinend superponiert über die primären.

Es sind dies Mikroklin-artige Gitterungen der einzelnen Anwachskegel, die von der Rändern der Anwachskegel ausgehn und den gesamten Anwachskegel des Rhombendodekaëders in verschiedene Einzelfelder teilen; jedes dieser Einzelfelder zeigt ein einheitliches System von Lamellen.

Die einzelnen Lamellen zeigen keine sehr großen Unterschiede im Auslöschungswinkel (höchstens 20^0).

In allen Lamellen steht die Bisektrix α ungefähr senkrecht auf der begrenzenden Rhombendodekaëderfläche des Anwachskegels, die Lage der Achsenebene ist aber nicht mehr die lange Diagonale des Rhombus, sondern weicht bis 10^0 nach beiden Seiten von derselben ab. Man erkennt den Lamellenbau deshalb am besten in peripherischen Schnitten parallel dem Rhombendodekaëder.

Diese Art optischer Anomalien ist, wie ich glaube, eine Spannungsdoppelbrechung, die erst in dem fertigen Krystall entstanden ist, da die Umgrenzung der einzelnen Lamellenfelder durch die endgültige äußere Form bedingt ist. Für die Annahme einer Spannungsdoppelbrechung spricht die Tatsache, daß dieser Bau bis jetzt nur an den großen Krystallen beobachtet ist.

An den großen Rhombendodekaëdern von Aarvold (Ostseite des Tals) sind diese *sekundären* optischen Anomalien sehr schön entwickelt.

Ganz ähnlicher Bau optisch anomaler Granatkrystalle ist schon von BRÖGGER beschrieben worden (Z. K., 16, 1890, p. 167). BRÖGGER'S Fig. 11, Tafel VI, könnte geradezu einen Granatkrystall von Aarvold darstellen.

BRÖGGER möchte diese Art der Doppelbrechung auf die Zusammenziehung der Krystalle während der Abkühlung zurückführen, diese Erklärung erscheint auch für die von mir untersuchten Fälle am natürlichsten.

Ueber die mutmaßlichen Ursachen der *primären* optischen Anomalien siehe weiter unten.

Ikositetraëderstruktur.

Tritt an den Granatkrystallen neben dem Rhombendodekaëder noch das gewöhnliche Ikositetraëder $\{211\}$ auf, so äußert sich dies in der Art der primären optischen Anomalien.

Folgende Struktur wurde bei den ikositetraëdrischen Granatkrystallen vom Aarvoldstal (Ostseite) beobachtet.

Der hell gefärbte Kern der Krystalle war vom Rhombendodekaëder begrenzt und zeigte die normale Rhombendodekaëderstruktur. Darüber folgt eine dunklere rein ikositetraëdrische Hülle. Diese war in 24 Anwachskegel geteilt, entsprechend den einzelnen begrenzenden Flächen. In jedem der Anwachskegel war die optische Orientierung einheitlich.

Die Bisektrix α steht auch bei diesem Typus ungefähr senkrecht zur begrenzten Fläche, also in diesem Falle $\{211\}$. Die Richtung der optischen Achsenebene entspricht der langen Diagonale der Ikositetraëderfläche, also der Richtung der anstossenden Rhombendodekaëderkanten. Der Winkel der optischen Achsen ist bei diesem Typus sehr klein, der Winkel $2E$ schwankt von ca. 60^0 bis 0^0 . Charakter der Doppelbrechung positiv; es ist also die stumpfe Bisektrix, die senkrecht auf der Ikositetraëderfläche steht. Die Stärke der Doppelbrechung kann, wie beim Rhombendodekaëdertypus, die des Quarzes erreichen.

Krystalle, die Ikositetraëder und Rhombendodekaëder in Kombination zeigen, besitzen in den einzelnen Anwachskegeln teils Ikositetraëderstruktur, teils Rhombendodekaëderstruktur.

Merkwürdig sind in optischer Beziehung Krystalle, die starke Kombinationsstreifung von Ikositetraëder und Rhombendodekaëder zeigen; solche sind im Nordmarkit an der Silurscholle vom Aarvoldstal (Ostseite) sehr häufig. In Dünnschliffen erkennt man, daß jeder einzelne Krystallteil eine solche optische Orientierung besitzt, wie sie der unmittelbar darüberliegenden Krystallfläche entspricht. Die grob gestreiften Krystalle (sie sind oft rein treppenförmig gebaut), zerfallen in optischer Beziehung in Systeme dünner Lamellen, die teils dem Ikositetraëdertypus angehören, teils dem Rhombendodekaëdertypus. Die des ersten Typus lassen sich durch ihren kleinen positiven Achsen-

winkel leicht von denen des zweiten unterscheiden, bei denen $2V$ gleich 90^0 ist.

Derart können verschiedenartige Streifen abwechseln, deren Breite bis zu 0,01 mm. sinkt.

Auch an andern Vorkommen habe ich doppelbrechende Granatkrystalle von Ikositetraëdertypus beobachtet, die Kombinationsstreifung mit dem Rhombendodekaëder äußert sich auch optisch im Aufbau aus verschiedenartigen Lamellen (Beispiel: Andradit von der Narverud-Grube oder vom Konnerudweg).

Hexakisoktaëderstruktur.

Auch solche Struktur kommt an Granatkrystallen aus den Kontaktzonen des Kristianiagebiets vor (Aarvold, Glomsrudkollen). Der gewöhnliche Typus ähnelt dem normalen Rhombendodekaëdertypus, unterscheidet sich aber durch die schiefe Lage der Bisektrices. Inwiefern den Tetrakis-hexaëdern eine besondere optische Struktur zukommt, habe ich nicht konstatieren können.

Die Ursache der anomalen Doppelbrechung beim Granat.

Die Ursache der *sekundären* optischen Anomalien dürfte in Spannungserscheinungen während der Abkühlung der Krystalle zu suchen sein (siehe oben). Für die *primären* optischen Anomalien erscheint diese Erklärung nicht ausreichend, die Doppelbrechung scheint schon während des Wachstums der Krystalle entstanden zu sein (siehe oben), spätere Beschädigungen der Krystalle sind ohne Einfluß auf die optische Orientierung.

Der Zonarbau kann die Doppelbrechung auch nicht verursacht haben, wir treffen stark zonargebaute Granatkrystalle, die kaum Spuren von Anisotropie erkennen lassen; scheinbar homogene Krystalle sind mitunter stark doppelbrechend.

Diejenige Erklärung, welche ich für die wahrscheinlichste halten möchte, ist BRAUNS (»Die optischen Anomalien der Krystalle«, Leipzig, 1891) Annahme von Spannungen durch isomorphe Beimengung. Tatsächlich erscheinen in der Regel diejenigen Granatkrystalle am stärksten doppelbrechend, welche am meisten isomorph gemischt sind. Der sehr stark doppelbrechende braune Granat von Aarvold ist ein Grossular mit viel Andraditsilikat, der ebenfalls stark doppelbrechende Granat vom Konnerudweg ist ein Andradit mit viel Grossularsilikat. Die fast reinen Endglieder zeigen oft nur schwache Anisotropie, wie z. B. der Andradit vom Kalkofen bei Grua und der alten Gjellebæk-Grube, ebenso der Grossular vom Elsjöfeld, Hakedal (Granat-Graphit-Gestein) und der Grossular von Gjellebæk.

Es fehlt allerdings nicht an Ausnahmen von dieser Regel. Der fast reine Andradit vom Kirkebyfeld, Hakedal, ist intensiv doppelbrechend, anderseits ist der sehr stark gemischte Granat vom Grua-Tunnel fast absolut isotrop.

Die Erklärung der anomalen Doppelbrechung durch isomorphe Mischung erscheint demnach nicht völlig befriedigend.

Sie setzt Spannungen voraus, die durch Zusammenkrystallisieren von Substanzen mit verschiedenem Molekularvolumen entstehen.

Ich habe nach den zuverlässigsten vorliegenden Angaben die Molekularvolumina von Andradit, Grossular und Spessartin berechnet, da wir es ja wesentlich mit Mischungen dieser drei Silikate zu tun haben.

Zum Vergleich berechnete ich aus neueren Helvin-Danalith-Analysen die Molekularvolumina von Manganhelvin, Eisenhelvin und Zinkhelvin.

Es zeigte sich nun, daß die Unterschiede der Molekularvolumina innerhalb der Granatgruppe geringer waren als innerhalb der Helvingruppe. Trotzdem zeigen die Granatminerale durchwegs starke anomale Doppelbrechung, während der sehr stark isomorph gemischte Helvin von Hörtekollen absolut isotrop ist (sowohl eingewachsene wie aufgewachsene Helvinkrystalle wurden untersucht, siehe auch unter Helvin).

Würde die anomale Doppelbrechung durch Mischung von Substanzen mit verschiedenem Molekularvolumen verursacht, so wären auch beim Helvin starke optische Anomalien zu erwarten.

Man könnte allerdings denken, daß verschiedene Mineralien verschieden empfindlich gegen derartige Störungen im Krystallbau sind, und daß wir gerade im Granat einen Fall hoher Empfindlichkeit haben. Es wäre interessant, isotrope Granat- und Helvinkrystalle durch äußeren Druck doppelbrechend zu machen, und die Drucke zu vergleichen, die zur Erzielung gleich starker Doppelbrechung bei beiden notwendig sind.

Prehnit.

Prehnit ist ein sehr gewöhnliches Mineral in den Kontaktgesteinen des Kristianiagebiets. Stellenweise spielt er eine nicht unbedeutende Rolle als Gemengteil von Kalksilikathornfelsen.

Kontaktzonen des Essexits.

Auf Klüften der essexitischen Tiefengesteine von Randvikholmen (Kristianiafjord) ist hellgrüner Prehnit sehr gewöhnlich. Auf dem benachbarten Tofteholmen sind Prehnite in angrenzenden Kalkstein eingewandert.

Die nach $c\{001\}$ tafelförmigen Individuen erreichen eine Größe von 1 cm. Es mag hier auch an das bekannte Vorkommen von Prehnit mit gediegen Kupfer in essexitischen Ergußgesteinen derselben Gegend erinnert werden.

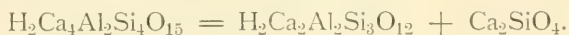
Kontaktzonen des Nordmarkits.

Kontaktzone von Aarvold-Grorud: In Kalksilikatschollen, welche im Nordmarkit nordöstlich von Kristiania eingeschlossen sind, ist Prehnit ein häufiger Gemengteil. Er ist leicht an seinen optischen Eigenschaften zu erkennen. Lichtbrechung etwa in der Mitte zwischen der des Canadabalsams und der des Pyroxens; positive Doppelbrechung sehr stark, $2V$ um 70° . Die spitze Bisectrix steht senkrecht auf einer ausgezeichneten Spaltungsrichtung.

Der Prehnit ist gewöhnlich das jüngste Mineral der Kalksilikatfelse. Er bildet gewöhnlich große, poikilitisch durchlöchernte Individuen, welche die Zwischenräume der Pyroxenkörner erfüllen. Auf solche Art kommt er häufig in den grünen Kalksilikathornfelsen von der Südostseite des Aarvoldsaas vor. Schon ohne exakte Bestimmung der optischen Orientierung erkennt man ihn an den gleichsam getäfelten Interferenzfarben. Der Prehnit ist wohl erst nach der vollständigen Verfestigung des Nordmarkits gebildet, er findet sich nie, wie etwa der begleitende Pyroxen, als Einschluf im Eruptivgestein.

Im oberen Teil der Kalksilikatscholle von Aarvold (Axinitfundort an der Ostseite des Tals) kommt er wohl als sekundäre Bildung vor, er bildet radialstrahlige Aggregate mit den gewöhnlichen optischen Eigenschaften. Ich maß mit BECKES Zeichentisch $2E = 128^\circ$.

Das schönste, bis jetzt bekannte Prehnitvorkommen im Kristianiagebiet ist eine kleine Kalksilikatscholle, die westlich von der eben erwähnten im Nordmarkit eingeschlossen ist (zweiter Axinitfundort). Die Scholle besteht größtenteils aus Vesuvianfels, die einzelnen Individuen des Vesuvians sind sehr stark angeätzt und von zahlreichen Sprüngen durchsetzt. Als Neubildung auf Kosten des Vesuvians ist Prehnit entstanden, der alle Sprünge im Vesuvian erfüllt und auf Drusenräumen massenhaft in Krystallen auftritt. Die Umwandlung mag etwa nach folgendem Schema vor sich gegangen sein:



Das überschüssige Kalksilikat ist wohl in wässriger Lösung entfernt worden. Auf Sprüngen der Vesuvianmasse bildet der Prehnit die bekannten radialstrahligen Aggregate dünner Tafeln. Die spitze Bisectrix γ steht senkrecht auf der Tafelebene $\{001\}$. Die Vesuviane werden bei der Um-

wandlung derart zerfressen, daß oft nur kleine gleich-orientierte Bruchstücke in einer Prehnitmasse liegen. Die einzelnen Prehnitstengel werden centimeterlang.

Auf Drusenräumen trifft man gelbliche fächerförmige Aggregate des Prehnits von einigen Millimetern Größe, seltener findet man ausgezeichnete wasserhelle Krystalle desselben Minerals. Die besten, nur 0,3—1 mm. großen, Krystalle erhielt ich, indem ich aus einer Vesuvian-Kalkspatmasse den Kalkspat mit verdünnter Salzsäure entfernte. Dadurch wurde ein ursprünglicher Drusenraum freigelegt, der neben einigen Axinitkrystallen auch ausgezeichnete Prehnite enthielt. Die Krystalle zeigen folgende Formen: $a \{100\}$, $b \{010\}$, $c \{001\}$, $m \{110\}$, $o \{031\}$, vergl. Fig. 49, welche den gewöhnlichsten Habitus zeigt; seltener sind die Krystalle allseitig entwickelt, also Zwillinge nach $\{100\}$, falls Prehnit hemimorph nach der a -Achse ist. $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{031\}$. Die Krystalle sind nach der a -Achse verlängert und meist mit einem Ende derselben aufgewachsen. Die Fläche $c \{001\}$ ist gewöhnlich parallel der Kante mit $a \{100\}$ gestreift und ein wenig in dieser Zone gekrümmt, die Fläche $b \{010\}$ tritt immer nur ganz untergeordnet auf.

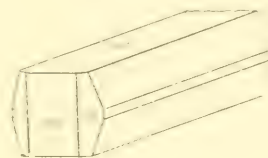


Fig. 49. Prehnit,
Aarvold.

Die Spaltbarkeit nach $c \{001\}$ ist sehr vollkommen.

Die vorzügliche Flächenbeschaffenheit der kleinen Prehnitkrystalle erlaubte genauere Messungen, als sie sonst bei diesem Mineral möglich sind.

Als Fundamentalwinkel wählte ich die Winkel $(031):(001)$ und $(110):(100)$, die an drei guten Krystallen gemessen wurden. Ich fand:

| $(031):(001)$ | $(110):(100)$ |
|---------------|---------------|
| 73° 40' | 39° 57' |
| 73 49 | 39 59 |
| 73 50 | 40 1 |
| 73 51 | 40 2 |
| 73 53 | 40 10 |
| 73 53 | |
| 73 56 | Mittel 40° 2' |
| 74 0 | |
| 74 5 | |

Mittel 73° 53'

Daraus erhält man das Achsenverhältnis

$$a : b : c = 0,8401 : 1 : 1,1536$$

Gewöhnlich wird für Prehnit BEUTELLS Achsenverhältnis (N. Jahrb. Min., 1887, I, p. 89) angenommen, so z. B. in HINTZES Handbuch. Dieses Achsenverhältnis

$$a : b : c = 0,8420 : 1 : 1,1272$$

unterscheidet sich von dem meinigen wesentlich durch die kleinere c-Achse. Folgende sind die von mir gemessenen Winkel, verglichen mit den von BEUTELL angegebenen:

| | Grenzen | n | Mittel | Berechnet (V. M. G.) | Berechnet (BEUTELL) |
|----------------|------------------|---|---------|-------------------------|------------------------|
| (031) : (001) | 73° 40' — 74° 5' | 9 | 73° 53' | | 73° 32' |
| (110) : (100) | 39 57 — 40 10 | 5 | 40 2 | | 40 6 |
| (031) : (031̄) | 32 13 — 32 23 | 3 | 32 17 | 32° 14' | 32 56 |

Die optische Orientierung des Prehnits von Aarvold ist die gewöhnliche. Die erste, positive Mittellinie steht senkrecht auf c {001}, Ebene der optischen Achsen ist b {010}.

Hakedal: Bei den Zinklagerstätten des Elsjölfeldes ist Prehnit nicht selten. Ich fand ihn in Dünnschliffen der Kalksilikatfelse von Dalstjern, ein besonders interessantes Vorkommen bieten manche Gesteine der umgewandelten Alaunschiefer von Elsjökongen. Im dichten schwarzen Hornfels liegen centimetergroße radialstrahlige Aggregate von Prehnitkrystallen, die durch kohlige Einschlüsse ebenfalls dunkel gefärbt sind. Im Dünnschliff zeigt der Prehnit die gewöhnliche optische Orientierung. Die Grundmasse des Gesteins läßt sich nur schwer bestimmen, weil sie von unzähligen dunkeln Einschlüssen erfüllt ist (wie überhaupt die Kontaktprodukte unserer Alaunschiefer). An der Zusammensetzung der feinkörnigen Grundmasse ist jedenfalls Granat mit beteiligt; an der intensiv roten Farbe sind kleine Titanite leicht kenntlich (vergl. Titanit).

Aehnliche radialstrahlige Prehnitkugeln in einem Kontaktgestein sind von A. LACROIX beschrieben worden (»Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact«. Deuxième mémoire, Bull. des serv. de la carte géol. de la France, 1900). Die makroskopische Abbildung, die er auf p. 52 von seinem Prehnitgestein gibt, könnte ebenso gut den Prehnit von Hakedal vorstellen.

Kontaktzonen des Natrongranits.

Hamrefjeld: Unter Skapolith habe ich von diesem Fundort Pseudomorphosen von Prehnit nach Skapolith beschrieben. Daß es sich nicht etwa um Pseudomorphosen nach Vesuvian handelt, geht aus dem dünn-

stengeligen Habitus deutlich hervor. Die optischen Eigenschaften des Prehnits sind unter Skapolith besprochen. Die Individuen sind, wie gewöhnlich, tafelförmig nach $c\{001\}$.

Gunildrud: In den Kontaktprodukten der Alaunschiefer von Gunildrud kommt Prehnit vielfach vor. Er findet sich hier in der Umgebung der umgewandelten Kalkellipsoide, sowie in diesen selbst. Die optische Orientierung ist die gewöhnliche.

Kontaktzonen des Granitits.

Valsknatten bei Vikesund (Modum): In einer kleinen Kalksilikatscholle, die in den Granitit eingesunken ist, fand ich reichlich Prehnit mit den gewöhnlichen optischen Eigenschaften als Umwandlungsprodukt eines Plagioklases (mit etwa 30^0 An). In den Kalkknollen der Schieferhornfelse von Valsknatten kommt Prehnit ziemlich untergeordnet vor.

Willemitt.

Der berühmte Mineraloge J. FR. L. HAUSMANN besuchte Norwegen in den Jahren 1806—1807. In seiner »Reise durch Skandinavien«, 2 (Göttingen 1812), p. 92 gibt er eine Beschreibung der alten Gruben von Konnerud bei Drammen. Er schreibt: »Unter den Erzen, von denen sich noch jetzt Stufen auf den Halden finden, ist grobspeisiger, dunkel gefärbter Bleiglanz vorherrschend. Mit ihm zugleich kömmt grüne Zinkblende und seltener ein blaues Fossil vor, welches man bald für Lazulith, bald für Kupferlasur ausgegeben hat. Es ist aber weder das eine noch das andere, sondern muschlicher Apatit, von der freilich für dieses Mineral sehr seltenen smalteblauen Farbe«.

Später erwähnt H. C. STRÖM dieses Vorkommen von blauem Apatit in seiner Abhandlung »Forsøg til et Grundrids af Mineraliernes Climatologie« (Mag. f. Naturv. 12, 1836, p. 200).

Diese Angaben waren mir immer rätselhaft, weil Apatit auf unsern Kontaktlagerstätten ein sehr seltenes Mineral ist, blauer Apatit ist auf denselben niemals gefunden worden. Erst kurz vor der Drucklegung des mineralogischen Teils fand ich in der Sammlung des mineralogischen Instituts unter Kupferlasur eine kleine Stufe mit der Aufschrift Kupferlasur, Konnerud. Nach den Etiquetten zu schließen, muß das Stück sehr alt sein.

Auf den ersten Blick erkannte ich, daß die Bestimmung als Kupferlasur falsch sein mußte. Das fragliche Mineral bildet blaue, muschlich brechende Körner in einer Gangmasse aus Quarz, Alkalifeldspat, Granat,

Bleiglanz und hellgrüner Blende, es erinnert in seinem Aussehen völlig an Hauyn. Ich möchte es für sehr wahrscheinlich halten, daß dieses Mineral der »blaue Apatit« von Konnerud ist.

Ein Dünnschliff zeigte starke Doppelbrechung, das Mineral ist einachsigt und spaltbar nach einem hexagonalen Prisma. Die Analyse ergab, daß Willemit vorlag. Zur Analyse konnte ich nur sehr wenig Substanz opfern, die Analyse I habe ich an Material ausgeführt, das noch durch Quarz verunreinigt war, die Analyse II an reinem Willemit. Zu I wurde 0,1211 g. benutzt, zu II 0,1262 g. Daneben ist zum Vergleich die für reinen Willemit berechnete Zusammensetzung angeführt:

| | I | II | Berechnet |
|--------------------------|-------|--------|-----------|
| SiO ₂ | 31,54 | 27,73 | 27,04 |
| FeO | 3,94 | 3,57 | |
| MnO | 1,16 | 0,96 | |
| CoO | Spur | Spur | |
| ZnO | 62,84 | 69,02 | 72,96 |
| | 99,48 | 101,28 | 100,00 |

Die an reinem Material ausgeführte Analyse II stimmt gut¹ mit der Willemitformel überein, man erhält² für das Verhältnis RO : SiO₂ den Wert 1,98 : 1 statt 2 : 1.

Das im Lauf der Analyse (durch Glühen des Karbonats) erhaltene Zinkoxyd war deutlich grün gefärbt (Rinmanns Grün). Ich löste das gewogene Zinkoxyd in Salzsäure und fällte Kobalt mit Natriumhydroxyd und Bromwasser, das abfiltrierte schwarze Oxyd wurde in Königswasser gelöst und nochmals gefällt. Eine genaue quantitative Bestimmung konnte bei der geringen verfügbaren Substanzmenge natürlich nicht erhalten werden, schätzungsweise mag die Menge des CoO zu 0,4 % gesetzt werden. Diese Menge ist in der Analyse unter Zinkoxyd angeführt, da ja zuerst beide Oxyde zusammen gewogen wurden.

Das abgetrennte Kobaltoxyd färbte die Boraxperle intensiv blau, an der Identität ist also nicht zu zweifeln.

Es ist dies wohl das erste Mal, daß *Kobalt* in merklichen Mengen als Bestandteil eines wasserfreien Silikats nachgewiesen ist. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß Nickel in die *rhombischen* Orthosilikate häufig eingeht³, Kobalt aber nur in minimalen Spuren (in den natürlichen Olivinen). Kobalt ist jetzt also als Bestandteil eines *trigonalen* Orthosilikats nachgewiesen.

In starken Säuren löst sich der Willemit von Konnerudkollen unter Abscheidung von Kieselgallerte.

¹ Die Abweichung der Analysensumme von 100 ist bei der geringen angewandten Substanzmenge wohl zu entschuldigen.

² Unter der Annahme von 0,40 CoO und 68,62 ZnO.

³ Vergl. die Zusammenstellung bei J. H. L. Vogt, Vid.-Selsk. Skr. I. Math.-naturv. Kl. 1908, No. 10, p. 25.

Krystalle sind selten, beim Herauspräparieren des Analysenmaterials fand ich winzige hexagonale Prismen von etwa 0,3 mm. Länge. Die derben Körner können einen Durchmesser von mehreren Millimetern erreichen. Im Dünnschliff zeigt sich die Spaltbarkeit nach einem hexagonalen Prisma sehr deutlich, die Basisspaltbarkeit tritt wenig hervor. Demnach wäre das Mineral der Troostit genannten Abart des Willemits zuzuzählen, allerdings ist die Unterscheidung beider Arten eine sehr vage und kaum durchführbare.

Die Farbe ist, wie oben erwähnt, blau; sie wechselt von dem Himmelblau des Hauyns bis zu tiefstem Ultramarinblau. Pleochroismus selbst in dicken Schichten kaum merkbar, vielleicht ein geringer Absorptionsunterschied $\gamma > \alpha$; im Dünnschliff erscheint der Willemit nur blaß bläulich. Beim Glühen des Minerals verbleibt die Färbung ganz ungeändert. *Man darf mit größter Sicherheit annehmen, daß die blaue Färbung durch den Kobaltgehalt bedingt ist*; Kobaltverbindungen besitzen bekanntlich die Fähigkeit, Silikate blau zu färben, selbst wenn sie nur in geringen Mengen zugegen sind, eine Tatsache, die bei der Herstellung blauen Glases längst angewandt wird.

Als HAUSMANN die Farbe des angeblichen Apatits als *Smalteblau* bezeichnete (siehe oben), hat er damit tatsächlich das Richtige getroffen. Vielleicht ist auch der blaue Willemit von Grönland durch Kobalt gefärbt; mir stand aber leider kein Material davon zur Verfügung.

Unter dem Einfluß von Radiumstrahlung (β -Strahlen) zeigt der Willemit von Konnerud bläuliche Fluoreszenz, ähnliches kennt man von dem Willemit anderer Fundorte.

Die Lichtbrechung ist stark, viel stärker als die des Quarzes. Das Mineral ist einachsigt positiv; ich bestimmte die Größe und Dispersion der Doppelbrechung mit dem Babinet-Kompensator am Dünnschliff. Ich maß mit drei Lichtfiltern und für Tageslicht mittlerer Wellenlänge. Rotes Glas, $\lambda = 0,000636$; grünes Glas, $\lambda = 0,000535$; blaues Glas, $\lambda = 0,000450$.

$$(\gamma - \alpha) \text{ rot} = 0,0236$$

$$(\gamma - \alpha) \text{ Tageslicht} = 0,0237$$

$$(\gamma - \alpha) \text{ grün} = 0,0240$$

$$(\gamma - \alpha) \text{ blau} = 0,0245$$

Dispersion der Doppelbrechung also sehr schwach $v > \varrho$.

Am Willemit von Franklin Furnace bestimmte P. GAUBERT (Bull. de la soc. franç. de min., 30, 1907, p. 104) die Brechungsquotienten für Natriumlicht. O. B. BÖGGILD maß die Brechungsquotienten des grönländischen Willemits, ebenfalls im Natriumlicht (*»Mineralogia Groenlandica«, 1905,*

p. 278). Sie erhielten folgende Werte, verglichen mit meiner Bestimmung für mittleres Tageslicht:

| | $(\gamma - \alpha)$ | % MnO + FeO |
|------------------------|---------------------|-------------|
| Grönland | 0,0306 | ca. 0,5 |
| Konnerud | 0,0237 | » 4,6 |
| Franklin Furnace . . . | 0,0187 | » 6—13 (?) |

Die Doppelbrechung scheint demnach mit steigendem Gehalt an MnO, FeO abzunehmen ¹.

Die einzige vorhandene Stufe zeigt den Willemit in einer Gesteinsmasse, die den Blande-führenden Quarzporphyrmassen von Konnerudkollen sehr ähnlich ist. Der Willemit ist gleichaltrig mit Bleiglanz und Zinkblende, ist also als primäres Kontaktmineral aufzufassen. Wir haben den (im Kristianiagebiet seltenen) Fall, daß der Schwefelgehalt der magmatischen Gase nicht zur Bindung von allem Zink ausreichend war (vergl. p. 252 unten). Dementsprechend ist die begleitende Zinkblende eisenfrei (sie ist sehr hell grün gefärbt und durchsichtig).

Der Willemit muß sich in den Gruben von Konnerud in den vor 1770 (vergl. p. 78) geförderten Erzmassen gefunden haben. Jene alten Halden, auf denen HAUSMANN den »blauen Apatit« fand, sind längst durch den seitherigen Betrieb überdeckt worden.

Inesit (?).

Unter den manganreichen Kalksilikatmassen von Aarvold (Ostseite des Tals, vergl. p. 29—31) finden sich Blöcke, die aus einem holzartigen rötlichgelben Mineral bestehen, das große helle Grossularkristalle umschließt (siehe Grossular). Recht häufig finden sich in dem holzartigen Silikat Einschlüsse von Molybdänglanz, Diopsid, gelbem Axinit und Apatit. Die ganze Silikatmasse ist mit ziemlich viel Kalkspat durchwachsen; als sekundäre Bildung finden sich Klumpen und Adern von einem Braunsteinmineral.

Durch Verwitterung nehmen die Fasern des holzartigen Inesit-ähnlichen Minerals eine dunkle Farbe an und werden schließlich schwarzbraun. Die bis 5 cm. langen Fasern sind so dünn, daß es selbst im Dünnschliff sehr schwer hält, die optischen Eigenschaften festzustellen. Ich fand: Doppelbrechung ziemlich stark, Lichtbrechung deutlich höher als die von Canadabalsam, Charakter der Doppelbrechung negativ, Lage der Achsenebene schief zur Längsrichtung der Fasern.

¹ CH. PALACHE (Zeitschr. f. Kryst. 47, 1910, p. 582) fand an farblosem bis grünlichem Willemit von Franklin $(\gamma - \alpha)_{Na} = 0,02914$, $(\gamma - \alpha)_{Li} = 0,02915$.

Diese optischen Eigenschaften stimmen mit denen des Inesits überein, speziell wurde konstatiert, daß auch bei dem schwedischen Inesit (ich untersuchte ein Stück von Harstigen) die Lichtbrechung höher ist als die von Canadabalsam.

Beim Erhitzen gibt das Mineral reichlich Wasser ab und wird durch Oxydation des Mangans dunkelbraun. Von Salzsäure wird es leicht zersetzt.

Ich habe an recht frischem Material eine Analyse ausgeführt, die hauptsächlichste Verunreinigung war Kalkspat, dessen Menge sich ja leicht berechnen läßt. Ausserdem fanden sich Quarz, diopsidischer Pyroxen und Spuren von Braunstein. Um die Menge des letzteren festzustellen, wurde eine Bestimmung des Superoxydsauerstoffs im Analysenmaterial ausgeführt. Ich fand:

| | | |
|--------------------------------|-----------|--------|
| SiO ₂ | | 48,63 |
| Unlöslicher Grossular | . | 5,87 |
| Al ₂ O ₃ | | Spur |
| FeO | | 1,71 |
| MnO | | 16,46 |
| MnO ₂ | | 0,23 |
| MgO | | 0,95 |
| CaO | | 12,48 |
| H ₂ O | | 6,92 |
| CO ₂ | | 7,33 |
| | | <hr/> |
| | | 100,58 |

Das gesamte Eisen wurde als Oxydul betrachtet, die Gegenwart von Braunstein verhinderte die Bestimmung des Oxydationsgrades. Der Wassergehalt wurde an lufttrockenem Material bestimmt. Ueber konzentrierter Schwefelsäure im Exsiccator verliert das Mineral in 4 Wochen 4,30 % H₂O. Auf Alkalien wurde nicht geprüft.

Die Analyse läßt sich folgendermaßen berechnen. Entsprechend der Kohlensäure wird Kalkspat abgezogen, entsprechend dem Mangansuperoxyd Mn₃O₄. Die Magnesia und das Eisenoxydul werden als diopsidischer Pyroxen in Rechnung gebracht. Man behält dann noch den folgenden Rest:

| | | Molekularquotienten |
|------------------|-----------------|---------------------|
| SiO ₂ | 41,97 | 0,6960 |
| MnO | 16,27 | 0,2294 |
| CaO | 0,53 | 0,0094 |
| H ₂ O | 6,92 | 0,4321 |

Man sieht, daß dieser Rest einem stark wasserhaltigen Mangansilikat entspricht, dem höchstwahrscheinlich eine erhebliche Menge Quarz bei-

gemengt ist. Wieviel Wasser dem Silikat angehört, wieviel nur absorbiert ist, läßt sich kaum feststellen. Es ist bekannt, wie wechselnd der Wassergehalt im Inesit anderer Vorkommen ist.

Die Deutung als Inesit erscheint mir für das Mineral von Aarvold immerhin am wahrscheinlichsten¹.

Dieses wasserhaltige Mangansilikat ist kein primäres Kontaktmineral, sondern eine sekundäre Bildung auf Kosten eines andern Minerals, nach welchem es mitunter Pseudomorphosen bildet. Die Pseudomorphosen zeigen dünne Stengel, die von einem Aggregat des Inesit-ähnlichen Silikats erfüllt sind. Vielleicht handelt es sich um Pseudomorphosen nach stengeligem Rhodonit. Als Einschluß in den Grossularkrystallen derselben Mangansilikatmasse finden sich äußerst dünne Fasern eines Minerals, das in seinen optischen Eigenschaften an Wollastonit erinnert. Es zeigt gerade Auslöschung, Ebene der optischen Achsen senkrecht auf die Längsrichtung, Charakter der Doppelbrechung anscheinend negativ. Ob es sich um Wollastonit handelt, oder etwa um das fragliche primäre Mangansilikat, muß ich unentschieden lassen.

Helvin.

Der Helvin ist schon seit langer Zeit aus den Kontaktzonen des Kristianiagebiets bekannt und zwar von Hörtekollen bei Sylling. Hier fand ihn im Jahre 1815 der Bergmeister H. C. STRÖM auf der Halde eines kleinen Schurfes. Er beschrieb das Mineral (Mag. f. Naturv. 7, 1826, p. 74) als eine vermutlich neue Art von Granat. Seine Beschreibung des Vorkommens und der Krystallform ist ganz korrekt, er hebt auch selbst die Aehnlichkeit mit Helvin hervor, der Unterschied bestand für ihn in dem Auftreten des Rhombendodekaëders, welches damals noch nicht am Helvin beobachtet war.

Aus dieser Zeit stammen einige Helvinstufen von Hörtekollen, welche das mineralogische Institut in Kristiania besitzt. Seitdem scheint kein Mineraloge das Helvinvorkommen von Hörtekollen besucht zu haben; einige Stufen gelangten in ausländische Sammlungen, der Fundort wird öfters in der Literatur erwähnt, aber nähere Angaben fehlen. Der genauere Fundort war auch ganz in Vergessenheit geraten, bis vor einigen Jahren Eisenerzproben aus derselben Gegend zur Begutachtung nach Kristiania geschickt wurden. Diese Proben waren ganz mit Helvin durch-

¹ Der Analysenrest (siehe oben) führt allerdings sehr nahe auf die einfache Formel $H_4MnSi_3O_9$ oder $2H_2O \cdot MnO \cdot 3SiO_2$, was aber keinem der bisher bekannten Manganhydrosilikate entspricht.

setzt, aber leider versäumte man, sich nach dem Fundort zu erkundigen. Später habe ich auf zahlreichen Exkursionen die Gegend durchsucht, bis mir ein Anwohner den genauen Ort eines alten Schurfes auf Hörtekollen angab. Dieser Schurf war nun der ursprüngliche Fundort des Helvins.

Das Vorkommen ist schon im geologischen Teil beschrieben worden (vergl. p. 93). Der Helvin findet sich hier teils in der Grenzzone des Granitits eingewachsen, teils in einem Gemenge von Alkalifeldspat, Magnetit und Flußspat, teils auf Spalten des Kalksilikatfelses.

Der Helvin kommt in keineswegs unbedeutender Menge vor und bildet einen sehr wesentlichen Gemengteil der Gesteinsblöcke auf der Halde, man kann wohl im Durchschnitt rechnen, daß er 10 % derselben ausmacht. Nicht selten findet man Tetraëder von 2 cm. Kantenlänge.

Gewöhnlich sind die Krystalle nur von dem einen Tetraëder begrenzt, seltener tritt hierzu noch mit kleinen Flächen das Gegentetraëder sowie auch das Rhombendodekaëder, siehe Fig. 50. Die gemessenen Winkel entsprechen genau dem regulären System. H. C. STRÖM hat dieselben Flächen beobachtet. Der Helvin ist von schön rotbrauner Farbe, seltener hell gelblich. Durch Verwitterung werden die Krystalle trübe und bekommen ein porzellanähnliches Aussehen.

Der Helvin von Hörtekollen ist völlig isotrop, die Lichtbrechung habe ich an einem Prisma gemessen. Prismenwinkel $33^{\circ} 23' 0''$, Minimalablenkung (Na) $26^{\circ} 51' 35''$, daraus $n_{Na} = 1,7472$. Am (zinkfreien) Helvin aus den Syenitpegmatitgängen am Langesundsfjord fanden MICHEL LEVY und LACROIX (Les minéraux des roches, 1888) $n_{Na} = 1,739$.

An ausgesucht reinen durchsichtigen Stücken der frischen rotbraunen Krystalle bestimmte ich die Dichte.

Ich fand an 2,8695 g. bei $19,0^{\circ}$ C. die Dichte 3,318 und an 2,3129 g. bei $22,8^{\circ}$ C. die Dichte 3,316. Diese Zahlen sind höher als die sonst für Helvin angegebenen; ebenso wie die hohe Lichtbrechung dürfte auch die höhere Dichte mit dem Zinkgehalt dieses Vorkommens in Verbindung stehn.

Die quantitative Analyse habe ich am gleichen frischen Material ausgeführt, das sorgfältig von Magnetit gereinigt war. Eine Verunreinigung durch Zinkblende ist ganz ausgeschlossen. Das Mineral löst sich sehr leicht in starker Salpetersäure, aus dieser Lösung wurde alle Kieselsäure durch Eindampfen abgeschieden; um danach die zum Teil unlöslich gewordenen Mangan- und Eisenverbindungen in Lösung zu bringen, wurde der Rückstand mit Salpetersäure und etwas Wasserstoffsuperoxyd behandelt, wodurch eine sehr reine Kieselsäure zurückbleibt. Im Filtrat fällte ich Mangan, Eisen und Beryllium mit Ammoniak und Wasserstoffsuperoxyd, danach das Zink als Sulfid in monochloressig-

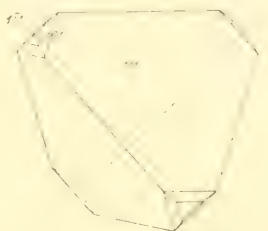


Fig. 50.
Helvin, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{1\bar{1}1\}$,
Hörtekollen.

saurer Lösung. Die Mangan, Eisen und Beryllium enthaltende Ammoniakfällung wurde nochmals gelöst und gefällt, um sicher alles Zink zu entfernen, darauf wurden die Hydroxyde mit starker Ammonkarbonatlösung digeriert, um das Beryllium in Lösung zu bringen, wobei das Mangan durch einen Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd im Niederschlag behalten wurde. Diese Behandlung mit Ammonkarbonat wurde mehrfach wiederholt, und zwar wurde das Gemenge der Hydroxyde jedesmal von neuem in Salpetersäure gelöst und frisch gefällt. Das auf diese Weise erhaltene Berylliumhydroxyd enthält nur Spuren von Eisen und Zink, die dann gesondert bestimmt wurden. Mangan und Eisen wurden durch fünfmalige Fällung mit Ammoniak getrennt, worauf das Mangan als Superhydroxyd nach JANNASCH gefällt wurde. Da die Eisenbestimmung verloren ging, bestimmte ich das Eisen in einer besonderen Probe durch Titration, auch eine Mangantitration wurde ausgeführt. Bei der Benutzung von Gasflammen beim Eindampfen der salpetersauren Lösung des Minerals erhielt ich zu hohe Schwefelbestimmungen, daher wurde die endgültige Bestimmung des Schwefels unter Benutzung einer Spiritusflamme ausgeführt.

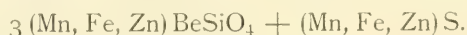
Ich fand:

| | | | Mittel |
|------------------|-----------|-------|--------|
| SiO ₂ | . . . | 31,84 | 32,05 |
| MnO | . . . | 28,20 | 28,72 |
| FeO | . . . | 15,55 | — |
| ZnO | . . . | 7,65 | — |
| BeO | . . . | 13,09 | 13,25 |
| S | . . . | 5,86 | — |
| | | | 102,64 |
| — O = S | | | 2,92 |
| | | | 99,72 |

Tonerde und Kalk sind nicht nachweisbar. Die Analyse deutet darauf, daß ein konstantes Verhältnis zwischen der Menge des Berylliums und der Summe der übrigen Metalle besteht. Während manche Mineralogen die Helvinformel folgendermaßen schreiben:

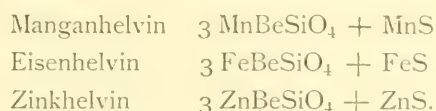


so ist doch, wie in neuerer Zeit besonders von BRÖGGER und BÄCKSTRÖM (Z. K. 18, 1891, p. 231), sowie von RETGERS (Zeitschr. phys. Chem. 20, 1896, p. 481) hervorgehoben ist, das Molekularverhältnis zwischen (Mn, Fe, Zn) und Be ein konstantes. BRÖGGER und BÄCKSTRÖM haben den Helvin, gewiß mit Recht, als ein Glied der Granatgruppe¹ betrachtet, sieht man aber von einer speziellen Strukturformel ab, so kann man die Formel rein empirisch folgendermaßen schreiben, wie es RETGERS getan hat:



¹ Die von BRÖGGER und BÄCKSTRÖM formulierten Verwandtschaftbeziehungen zwischen den gewöhnlichen Granatmineralien und der Sodalithgruppe (den Alkaligranaten) sind durch MORÓZEWICZ'S Darstellung des Lagorioliths als gesichert zu betrachten. An der strukturellen Analogie des (hexakistetraëdrischen) Sodaliths und des Helvins ist kaum zu zweifeln.

Nach RETGERS soll die Silikatverbindung des Helvins ein Doppelsalz sein, und es sollen sich folgende drei Grundverbindungen im Helvin isomorph gemischt finden:



Wie RETGERS gezeigt hat, stimmen alle seinerzeit bekannten Analysen mit dieser Annahme, und dasselbe gilt für alle inzwischen veröffentlichten neueren Analysen. Meine Analyse des Helvins von Hörtekollen läßt sich als folgende Mischung berechnen: 56 Gewichtsprozente Manganhelvin, 30 Eisenhelvin und 14 Zinkhelvin.

| | Gefunden | Berechnet |
|--------------------------|----------|-----------|
| SiO ₂ | 31,95 | 32,15 |
| MnO | 28,46 | 28,58 |
| FeO | 15,55 | 15,41 |
| ZnO | 7,65 | 7,62 |
| BeO | 13,17 | 13,38 |
| S | 5,86 | 5,70 |
| | 102,64 | 102,84 |
| — O = S . . | 2,92 | 2,84 |
| | 99,72 | 100,00 |

Die Analyse stimmt also völlig mit der Doppelsalzformel des Helvins.

Der Zinkgehalt in den bis jetzt analysierten Helvinmineralien ist bekanntlich sehr wechselnd und erreicht sein Maximum mit 46 % ZnO im Danalith vom West Cheyenne Cañon-Colarado (Am. Journ. 44, 1892, p. 381). Für reinen Danalith (Zinkhelvin) ist der Gehalt an ZnO 54,45 %.

Es empfiehlt sich, den Namen Danalith nur für zinkreiche Helvinmineralien zu benutzen, nicht aber, wie MIERS und PRIOR (Min. Mag. No. 45, Juli 1892, 10, p. 11) es taten, einen Helvin mit 5 % ZnO als Danalith zu bezeichnen.

Der Helvin von Hörtekollen ist in einem sehr frühen Stadium der Kontaktmetamorphose entstanden, er ist idiomorph begrenzt gegen die meisten andern Mineralien des Vorkommens, enthält aber mitunter Einschlüsse von Biotit. Auch in der Helvin-führenden Grenzschrift des Granits ist er stets ausgezeichnet idiomorph.

Ein zweiter Fundort von Helvin liegt am Westrande desselben großen Granititlakkolithen, nämlich in den Zinkgruben von Glomsrudkollen bei Aamot in Modum. Hier fand ich den Helvin im Sommer 1909 als braunrote Zwischenmasse in Blöcken von drusiger schwarzer Zinkblende aus dem Hauptvorkommen. Auf den durchscheinenden roten Massen sitzen kleine mehr gelbliche Tetraëder. Das Mineral ist völlig isotrop. Es löst sich in starker Salpetersäure, in der Lösung läßt sich der Schwefelgehalt des Minerals nachweisen, Mangan ist in sehr großer Menge vorhanden. Das spezifische Gewicht bestimmte ich an ausgesuchten, durchsichtigen braunroten Stücken. An 1,0035 g. fand ich bei 20° C. die Dichte = 3,322. In auffälligem Gegensatz zu dem Vorkommen von Hörtokollen steht die relativ späte Bildung dieses Helvins. Er ist unzweifelhaft jünger als die Zinkblende, die vielfach mit guten Krystallen in ihn eindringt, und auch die Zinkblende gehört keineswegs zu den ältesten Produkten der Kontaktmetamorphose. Sie ist zum Beispiel unzweifelhaft jünger als die Hauptmenge des Granats.

Weitere Helvinvorkommen kenne ich aus dem Granititkontakt der Gegend von Gjellebæk. Im Hauptvorkommen der Wismutgrube von Kjenner fand ich im Sommer 1909 eine Stufe mit gelbgrünen Helvinkrystallen. Die Tetraëder erreichten eine Größe von etwa 3 mm., sie erinnerten sehr an den gelbgrünen sächsischen Helvin. Ein kleiner Splitter gab sehr kräftige Manganreaktionen, zur weiteren Untersuchung war das Material nicht ausreichend. Die Helvinkrystalle sind auf der drusigen weißen Quarzmasse aufgewachsen, die in Form von Nieren den Granatfels von Kjenner durchdringt.

Auch in einem kleinen Schurf westlich vom Hauptvorkommen findet sich Helvin. Auf einem Stück drusigen Quarzes, der Brocken von Granatfels umschließt, fand ich scharfkantige hellbraune Helvintetraëder von etwa 2 mm. Größe.

Auf der Zinklagerstätte von Rien kommt Helvin ebenfalls vor. Ich fand ihn dort auf grüner Zinkblende aus dem südlichen Stollen. Zusammen mit roten Orthoklaskrystallen und blauem Flußspat ist der Helvin auf Hohlräumen der Blende aufgewachsen. Er bildet ca. 2 mm. große durchsichtige Tetraëder von hell gelbbrauner Farbe. Von der Zinkblende unterscheidet ihn leicht der Fettglanz und das Fehlen einer deutlichen Spaltbarkeit.

Auch hier gehört er, wie bei den oben beschriebenen Vorkommen, zu den Kontaktprodukten des Granitits.

Ferner findet er sich unter den pneumatolytisch gebildeten Mineralien, welche längs den großen Verwerfungen in Bærum auftreten. Von dem

Hofe Isi brachte Herr Cand. min. FOSLIE im Herbst 1908 eine Stufe von Eisenglanz, auf welcher Herr Amanuensis SCHETELIG zwei scharfkantige Tetraëder von Helvin entdeckte. Die Größe der braunen Krystalle beträgt etwa 5 mm. Ich besuchte das Vorkommen im Frühjahr 1910 und fand die folgenden geologischen Verhältnisse ganz übereinstimmend mit FOSLIES Angaben: Eine Verwerfung trennt die Rhombenporphyrdecken von den oberen Schichten des devonischen Sandsteins. Beide sind sehr stark kontaktmetamorphosiert, und besonders der Sandstein ist an der Verwerfung ganz mit Eisenglanz durchsetzt. An einer Stelle ist darin ein kleiner Schurf angelegt, in dem sich der Helvin fand. An der pneumatolytischen Bildung von Eisenglanz und Helvin kann hier nicht gezweifelt werden. Die Kontaktmetamorphose zeigt sich besonders intensiv an obersilurischen Kalkschichten, die durch eine zweite Parallelverwerfung fast in das Niveau des Sandsteins gebracht sind. Hier ist Granatfels entstanden.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß man bei einiger Aufmerksamkeit den Helvin noch auf andern Kontaktlagerstätten im Kristianiagebiet finden kann.

Das Vorkommen des Helvins als Kontaktmineral ist übrigens keineswegs neu. Sowohl in Finland (Pitkäranta) wie in Sachsen findet er sich auf Kontaktlagerstätten. Sonst gehört er bekanntlich meist zu den Mineralien pegmatitischer Gänge; aus diesem Grunde darf man wohl annehmen, daß er auch in den Kontaktzonen unter wesentlicher Mitwirkung pneumatolytischer Prozesse gebildet ist.

Kieselzinkerz.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Dieses Mineral fand ich zuerst auf der Zinklagerstätte von Skjærpe-myrr bei Grua (vergl. p. 51). Hier findet es sich recht reichlich eingewachsen in einer Quarzmasse, die Klumpen von Bleiglanz und brauner Zinkblende verkittet.

Das Kieselzinkerz bildet gewöhnlich weiße radialstrahlige Kugeln von 1—3 cm. Durchmesser, die allseitig von Quarz umgeben sind. In offenen Drusenräumen findet man recht hübsche linealförmige Krystalle, an denen ich folgende Formen beobachtete: $b \{010\}$, $m \{110\}$, $c \{001\}$, $e \{011\}$, $i \{031\}$, $s \{101\}$, $t \{301\}$.

Die Krystalle erlaubten nur ganz approximative Messungen; die aufgezählten Formen wurden durch folgende Bestimmungen identifiziert:

| | Gemessen | Berechnet (SCHRACHT) |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------|
| $(110) : (\bar{1}\bar{1}0)$ | 77,5 ⁰ | 76 ⁰ 9' |
| $(110) : (010)$ | 51,5 | 51 56 |
| $(101) : (\bar{1}01)$ | 63,5 | 62 46 |
| $(101) : (301)$ | 29,5 | 29 57 |
| $(011) : (001)$ | 25 | 25 32 |
| $(031) : (010)$ | 35,5 | 34 54 |

Der gewöhnliche Typus ist auf Fig. 51 dargestellt, diese Krystalle erreichen eine Länge von 3 cm.

Im Dünnschliff bietet das Kieselzinkerz einen charakteristischen Anblick. Die radialstrahligen Aggregate erinnern sehr an Prehnit, umso-

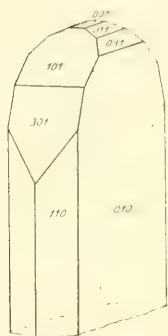


Fig. 51. Kieselzinkerz,
{010}, {001}, {110}, {101},
{301}, {011}, {031},
Skjærpemyr.

mehr als bei beiden die Auslöschungsrichtung γ' mit der Längsrichtung zusammenfällt. Vom Prehnit unterscheidet sich das Kieselzinkerz erstens durch den weit kleineren Winkel der optischen Achsen, zweitens durch die außerordentlich starke Dispersion dieses Winkels ($\varrho \gg \nu$ um die spitze Bisektrix γ). Die Dispersion der optischen Achsen ist so bedeutend, daß alle Schnitte, die schief zur Achsenebene und einigermaßen nahe einer Achse getroffen sind, sehr starke Auslöschungsdispersion zeigen. Mit BECKES Zeichentisch wurde der Achsenwinkel für Licht mittlerer Wellenlänge gemessen. Ich erhielt $2E = 76^0$. V. v. LANG gibt an: $2E = 76^0 0'$ grün, $81^0 3'$ rot.

An ausgesucht reinem, durchsichtigem Material wurde das spezifische Gewicht bestimmt. Eine Bestimmung an 1,6419 g. ergab bei $24,5^0$ sp. G. = 3,481.

An demselben Material habe ich eine Analyse ausgeführt. Das Wasser bestimmte ich als Glühverlust des im Exsiccator (über Kaliumhydroxyd) getrockneten Pulvers.

| | | Berechnet für $H_2Zn_2SiO_5$ |
|-----------|-----------|---------------------------------|
| SiO_2 | . . 25,00 | 25,01 |
| Fe_2O_3 | . . 0,06 | |
| Al_2O_3 | . . 0,30 | |
| ZnO | . . 67,32 | 67,51 |
| H_2O | . . 7,67 | 7,47 |
| | 100,35 | 99,99 |

Das Kieselzinkerz gehört nicht zu den typischen primären Mineralien unsrer Kontaktlagerstätten. Daß es anderseits nicht als rezente Bildung zu betrachten ist, ergibt sich aus dem zeitlichen Zusammenhang mit der Bildung der Quarzgänge. Es ist höchst wahrscheinlich durch die Einwirkung heißer zirkulierender Kieselsäurelösungen auf die Zinkblende entstanden. Gerade in dem Gebiet von Skjærpemyr ist ja eine solche zweite Kontaktmetamorphose vorgegangen, da die Zinklagerstätte ein Kontaktprodukt des Pulaskits darstellt, während die jüngere Quarzinfiltration wahrscheinlich den jüngsten Injektionen der Quarznordmarkite folgte. Es dürften dieselben Vorgänge gewesen sein, welche die hier allgemeine Uralitisierung bewirkten, die auch das Kieselzinkerz auf Kosten der Blende entstehen ließen.

Kontaktzonen des Granitits.

Als Umwandlungsprodukt von Zinkblende findet sich das Kieselzinkerz auch in den Kontaktzonen des Granitits. Ich fand es in einem der Schürfe von Damaasen, südlich von Konnerudkollen.

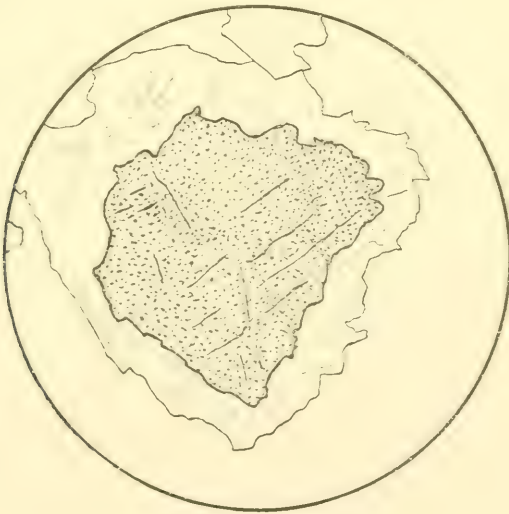


Fig. 52.

Zinkblende im Quarzporphyr, von Kieselzinkerz umrandet. Zwei Körner von Granat sind durch Punktierung bezeichnet, Damaasen südlich von Konnerudkollen. Vergr. ca. 100.

Das Vorkommen ist schon im geol. Teil erwähnt (siehe p. 81).

Das Erz (Bleiglanz und hellgrüne Blende) findet sich in einem Quarzporphyrang, der im devonischen Sandstein aufsetzt; der Gang enthält zahlreiche Bruchstücke von Granatfels, die ebenso wie die Erzklumpen einem Lager im tiefer liegenden obersilurischen Kalk angehört haben.

Die Zinkblendekörner zeigen im Dünnschliff einen schönen Saum von strahligem Kieselzinkerz. Es hat die gewöhnlichen optischen Eigenschaften: Lichtbrechung viel höher als Canadabalsam, Auslöschungsrichtung γ' stets in der Längsrichtung, Doppelbrechung etwa 0,02, positiv mit sehr starker Achsendispersion $\rho \gg v$. Aus einer Achse und Bisektrix γ maß ich mit dem Zeichentisch $2E = 74^\circ$. Das Kieselzinkerz ist vielleicht durch Einwirkung des sauren Schmelzflusses auf die Blende entstanden. Die Umrandung der Blende durch Kieselzinkerz ist auf Fig. 52 dargestellt.

Auch in den Gruben von Konnerudkollen kommt Kieselzinkerz vor. Hier ist es in den obersten Horizonten der Lagerstätte stellenweise sehr reichlich vorhanden (vergl. p. 87). Ich fand es als traubigen Ueberzug auf eckigen Höhlräumen der Gangmassen, die ursprünglich mit Zinkblende erfüllt waren. Die Kieselzinkerzkrusten bestehn aus radialstrahligen Stengeln von einigen Millimetern Länge. Ich beobachtete die Formen: $b \{010\}$, $c \{001\}$, $m \{110\}$, $s \{101\}$, $t \{301\}$, sowie möglicherweise $e \{011\}$. In ihrem Habitus stimmen die Krystalle mit denen von Skjærpemyr überein. Die optische Orientierung ist die gewöhnliche.

Auf Konnerudkollen ist das Kieselzinkerz gewiß eine ganz junge Sekundärbildung, die zeitlich mit der Bildung des eisernen Huts zusammenfällt.

Lievrit.

Lievrit war bis jetzt nicht unter den Kontaktmineralien des Kristiania-gebiets bekannt. Ich fand denselben auf den Halden der kleinen Zinkgrube von Skjærpemyr bei Grua. Hier kommt er in unregelmäßigen Massen und längsgestreiften Prismen in Quarz und Kalkspat eingewachsen vor, beobachtete Formen¹ $M \{110\}$, $s \{120\}$, $b \{010\}$. Aelter als der Lievrit sind dünne Quarzstengel, die ihn in allen Richtungen durchsetzen. Unter dem Mikroskop zeigte feines Pulver sich doppelbrechend mit sehr starkem Pleochroismus zwischen Gelblich und fast opakem Braun. Das spezifische Gewicht wurde an ausgesuchten reinen, sammtschwarzen Körnern bestimmt.

Zwei Bestimmungen bei $21,5^\circ \text{C.}$ an 7,6456 und 4,8172 g. ergaben sp. G. 4,036 und 4,038.

Von demselben Material habe ich eine Analyse ausgeführt. Zum Vergleich sind die Zahlen angeführt, welche die Formel $\text{H}_2\text{Ca}_2\text{Fe}_4^{\text{II}}\text{Fe}_2^{\text{III}}\text{Si}_4\text{O}_{18}$ verlangt:

¹ Der (nur angenähert meßbare) Prismenwinkel stimmt mit dem des von M. BAUER untersuchten manganreichen Lievrits von Nassau überein (N. Jahrb. Min. 1890, I, p. 31). Ich maß $(110):(1\bar{1}0) = 111^\circ 2'$, berechnet BAUER $111^\circ 27'$.

| | Berechnet |
|--|-----------|
| SiO ₂ 29,36 | 29,36 |
| Fe ₂ O ₃ 20,62 | 19,55 |
| FeO 27,77 | 35,20 |
| MnO 7,55 | — |
| CaO 12,57 | 13,69 |
| H ₂ O 2,06 | 2,20 |
| 99,93 | 100,00 |

Aluminium, Zink, Fluor und Titan ließen sich auch nicht in Spuren nachweisen. Der Mangangehalt ist recht hoch, nur der Lievrit von Nassau enthält mehr Mangan. In einer andern Probe von Skjærpemyr wurden durch Titration etwa 8 % MnO gefunden.

Die Menge des Lievrits ist nicht ganz gering. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß der Lievrit erst bei der zweimaligen Metamorphose entstanden ist, vielleicht durch Einwirkung von Magnetit auf Hedenbergit bei Gegenwart von Wasser.

Auch bei den Elbaner Lievritvorkommen scheint nach den vorliegenden Beschreibungen eine mehrmalige Kontaktmetamorphose nicht ausgeschlossen zu sein (Pseudomorphosen von Magnetit nach Eisenglanz).

Auf der Zinklagerstätte von Nysæter bei Grua kommt Lievrit als große Seltenheit in winzigen schwarzen Stengeln vor, die auf Drusenräumen des Hedenbergitskarns aufgewachsen sind.

Unter den Mineralien vom Grua-Tunnel, die durch Herrn Eisenbahningenieur KVAM an das mineralogische Institut gelangten (vergl. unter Uralit), befand sich auch eine Pseudomorphose aus Eisenglanz, die sich vielleicht auf Lievrit zurückführen ließe. Es ist ein prismatischer Krystall mit domatischer Abstumpfung an einem Ende, Länge etwa 2 cm.

Bekanntlich ist der Lievrit auch an einem andern Fundort im südlichen Norwegen nachgewiesen, nämlich auf der Eisengrube von Fossum bei Skien. Dieses Vorkommen liegt zwar außerhalb des Kristianiagebiets, zeigt aber in mineralogischer Beziehung manche Analogien mit unsern Kontaktlagerstätten.

Muskovit.

Der Kaliglimmer spielt in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets eine ziemlich untergeordnete Rolle als Gesteinsgemengteil.

In normalen Kontaktgesteinen dürfte er nur selten als primärer Gemengteil auftreten, dagegen ist er ein ganz gewöhnliches Umwandlungs-

produkt von Cordierit und Andalusit (vergl. im petrographischen Teil die Hornfelse der Klasse 1—4, p. 146—167); auch als Umwandlungsprodukt von Kalifeldspat kommt er vor.

In pneumatolytisch umgewandelten Sedimenten ist er hier und da nachgewiesen, so findet man ihn in silberweißen Blättchen im Andradit-skarn am Konnerudweg bei Drammen. Auch auf Drusenräumen der Kalksilikatknollen von Hörtekollen kommt er vor.

Seine Hauptverbreitung hat er in pneumatolytisch umgewandelten sauren Eruptivgesteinen; in der Greisenfacies solcher bildet er einen Hauptgemengteil.

Greisenbildungen sind in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets vielerorts beobachtet worden. Ich kenne sie aus den Kontaktzonen des Nordmarkits und Granitits. Als Beispiele für erstere sei Hakedal erwähnt (vergl. p. 45), bei Grua finden sich ebenfalls schwache Spuren von Greisenfacies. Auch als Drusenmineral der Nordmarkite (und Granitite) ist Kaliglimmer häufig.

Am Granitit sind Greisenbildungen besonders in der näheren und weiteren Umgebung des Sees Glitrevand (zwischen dem Liertal und Modum) schön entwickelt. Hier sind es Gänge und Injektionsmassen von Quarzporphyr, die in Schwefelkies-führenden Greisen umgewandelt sind. BRÖGGER (Z. K., 16, p. 76) hat den Greisen von Glitrevand beschrieben, ich fand ähnliche Gesteine etwas weiter östlich bei Glomsrudkollen (vergl. p. 87, 88 und 262).

Der Muskovit der Greisengesteine hat die gewöhnlichen optischen Eigenschaften, er ist zweiachsig negativ mit mittlerem Achsenwinkel.

Biotit.

Brauner Biotit ist ein wichtiger Gemengteil vieler Hornfelse im Kristianiagebiet, grüner Biotit kommt auf den Kontaktlagerstätten stellenweise vor.

Zunächst mögen die braunen Biotite der umgewandelten Tonschiefer und Mergelschiefer kurz besprochen werden. Es wäre zwecklos, alle bekannten Vorkommen aufzuzählen, eine große Anzahl der betreffenden Gesteine ist im petrographischen Teil beschrieben worden (vergl. p. 146—192).

In der größten Menge finden wir ihn in Hornfelsen der Klassen 3—7, denen er die charakteristische braune oder violette Farbe verleiht.

Bei steigendem Kalkgehalt innerhalb der Klasse 7 nimmt die Menge des Biotits ab, indem er mit Kalk und Kieselsäure Kalifeldspat, Anorthit und diopsidischen Pyroxen liefert (vergl. p. 138).

Der typische Hornfelsbiotit bildet dicke Tafeln, meist ohne gesetzmäßige Randbegrenzung. Zwillingsbildung nach Gleitflächen verleiht dem Mineral in Dünnschliffen oft ein Moirée-artiges Aussehn. Der Pleochroismus ist sehr kräftig, γ und β tiefbraun, α fast farblos, hell gelblich. Oft zeigen γ und β einen Stich ins Rotviolette. Die pleochroitischen Höfe sind schon unter Zirkon besprochen (vergl. p. 280). Der Achsenwinkel ist durchwegs sehr klein, der Winkel $2E$ stieg in keinem der von mir untersuchten Biotite über ca. 30° , meist ist er zwischen 0 und 10° .

Nicht selten erkennt man eine deutliche Auslöschungsschiefe des Biotits; in einem Hypersthen-Plagioklas-Hornfels (Klasse 4) am Ostfuß von Sölvserget, Hadeland, fand ich an einem Biotitzwilling $c:a = 2,2^\circ$ und $2,7^\circ$. Dieser Biotit ist fast einachsigt, $2E$ höchstens 5° .

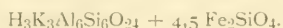
Von Hornfelsbiotit des Kristianiagebiets liegt bis jetzt nur eine Analyse vor, welche P. JANNASCH ausgeführt hat. Die Analyse ist von H. O. LANG (Nyt Mag. f. Naturv. 30, 1886, p. 318) publiziert. JANNASCH fand:

| Molekularquotienten | | | | | |
|--|----------------|--------|---|--------|------|
| SiO ₂ | 33,95 | 0,5630 | } | 0,6134 | 7,04 |
| TiO ₂ | 3,40 | 0,0424 | | | |
| ZrO ₂ etc. . . | 0,98 | 0,0080 | | | |
| Al ₂ O ₃ | 17,69 | 0,1731 | } | 0,1731 | 1,99 |
| Fe ₂ O ₃ . . . | nicht bestimmt | | | | |
| FeO | 21,94 | 0,3052 | } | 0,5225 | 6,00 |
| MnO | Spur | | | | |
| MgO | 7,98 | 0,1977 | | | |
| CaO | 1,10 | 0,0196 | } | 0,1051 | 1,21 |
| Na ₂ O | 1,00 | 0,0161 | | | |
| K ₂ O | 8,39 | 0,0890 | | | |
| H ₂ O | 3,46 | 0,1922 | | 0,1922 | 2,21 |

99,89

Die Analyse führt auf die Formel $H_4K_2Al_4Si_4O_{17} + 3Fe_2SiO_4$. Auffällig ist die geringe Menge der Kieselsäure und der Tonerde, verglichen mit der gewöhnlichen Biotitformel¹.

¹ Falls man die Hälfte des Wassers als hygroskopisches annimmt, so käme man zu der folgenden Formel, die den üblichen Biotitformeln weit näher steht:



Man könnte den Ueberschuß an Wasser auch als Olivinhydrat in Rechnung bringen, entsprechend DALMERS Formel (Centralbl. Min. 1907, p. 51).

Neue chemische Untersuchungen an den Biotiten der Hornfelse wären sehr erwünscht.

Die Biotite umgewandelter Eruptivgesteine unterscheiden sich kaum von denen der Schieferhörnfelse. Ein gelbbrauner Biotit kommt in den umgewandelten Intrusivgängen von Gunildrud, Eker vor, ein tiefbrauner in den kontaktmetamorphen Essexitlaven von Aarvold.

Sekundärer hellbrauner Biotit findet sich in manchen Gesteinen der Klasse 1 (Gunildrud) als Umwandlungsprodukt von Cordierit.

An der unmittelbaren Grenze von Tonschieferhornfels gegen das Eruptivgestein beobachtet man oft besonders große Blätter von Biotit. Eingeschlossene Hornfelsschollen sind mitunter von einer förmlichen Biotitkruste begrenzt. Diese Biotite sind in optischer Beziehung mit denen des Hornfelses identisch, nur zeigen sie viel intensivere Zwillingsbildung nach Gleitflächen.

Schöne Beispiele für solche Biotitränder an Hornfelsschollen findet man besonders in den Steinbrüchen der Strecke Aarvold-Grorud nordöstlich von Kristiania.

Während Biotit neben so kalkreichen Silikaten wie Wollastonit anscheinend nicht bestandfähig ist (indem er sich zu Kalifeldspat und komplexen Kalksilikaten umlagert), kann er neben kohlensaurem Kalk existieren.

Ich fand Blätter von braunem Biotit im Kontaktmarmor der großen Silurscholle von Grussletten bei Grorud.

Ein farbloser Glimmer begleitet den gelben Vesuvian im Kontaktmarmor am Essexit von Viksbergene (siehe Vesuvian). Er bildet scharfe dicktafelige Krystalle; da nur wenige Stufen vorlagen, habe ich von einer kristallographischen Untersuchung abgesehen. Dieser Glimmer ist einachsigt negativ, er gehört wohl zum Phlogopit.

Ganz verschieden von den oben beschriebenen ist der grüne Biotit, der sich auf manchen Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets findet. Ich kenne drei besonders typische Vorkommen aus den Kontaktzonen des Granitits, nämlich die Eisengrube von Hörtekollen (das Helvinvorkommen), die Eisengrube von Narverud und die Wismutgrube von Kjenner.

Der Biotit von Hörtekollen kommt in der Eisenerz-Helvin-Fluorit-Masse vor. Er ist stark pleochroitisch, γ dunkel bräunlichgrün, α farblos. Winkel der optischen Achsen $2E$ etwa $5-10^\circ$; Ebene der optischen Achsen $\{010\}$, also ein Glimmer zweiter Art. Der Biotit ist wohl ausschließlich auf Kosten des Eruptivgesteins gebildet, etwa vergleichbar den pneumatolytisch entstandenen Biotiten des Vesuvs. Auf den Drusenräumen der Granitite (und Nordmarkite) findet man nicht selten hübsche dunkle Biotitkrystalle.

Auch auf der Grube von Narverud tritt der Biotit als Begleiter von Magnetit auf. Er ist deutlich älter als die Eisenerze und der Granat. Der Biotit von Narverud ist recht hell gefärbt, er zeigt γ grün, α farblos. Die grüne Farbe ist im Dünnschliff oft ganz hell, mitunter wechseln verschieden stark gefärbte Platten in demselben Individuum. Die starke Doppelbrechung zeigt, daß es sich nicht etwa um ein Chloritmineral handelt. Der Achsenwinkel ist sehr klein, man beobachtet nur eine ganz unbedeutende Oeffnung des Achsenbildes. Diese Biotite erreichen Dimensionen von einem Centimeter. Auf der nicht weit entfernten Eisengrube von Dalemyr kommt er in noch größeren Tafeln vor, ist aber stark chloritisiert. Stücke von dort finden sich auch in der Sammlung des mineralogischen Instituts.

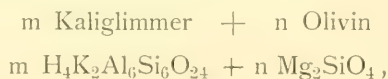
Ein ganz ähnlicher, makroskopisch dunkelgrüner Glimmer kommt stellenweise auf der Wismutgrube von Kjenner vor, wo er mit grünem Granat auftritt.

Ob die grünen Biotite von Narverud und Kjenner aus Material des ursprünglichen Sediments entstanden, oder ob sie pneumatolytischen Ursprungs sind, wage ich nicht zu entscheiden.

Von Umwandlungerscheinungen der Biotite ist die Chloritisierung die wichtigste. Sehr häufig trifft man in den Hornfelsen des Kristiania-gebiets homoaxe, ganz homogene Pseudomorphosen von Chlorit nach Biotit. Dieselben sind meist durch zweimalige Kontaktmetamorphose von Biotithornfelsen entstanden.

Ueber die chemische Konstitution des Biotits können wir durch physikalisch-chemische Betrachtungen einige Aufschlüsse erhalten.

Empirisch läßt sich die Formel des Biotits auffassen als



in dieser Formel ist Magnesia durch Eisenoxydul ersetzbar, Tonerde teilweise durch Eisenoxyd, etwas Kieselsäure durch Titansäure, etwas Kali durch Natron. Ferner ist das Verhältnis zwischen Alkalien und Wasser nicht konstant, sondern wechselt, während die Summe von Alkalien und Wasser konstant bleibt.

Das Verhältnis zwischen m und n ist wechselnd, der Quotient $\frac{n}{m}$ steigt aber niemals über 6 und erreicht diesen Grenzwert sehr oft.

Die vorliegenden Analysen zeigen teils Werte dieses Quotienten nahe an 1 (dem reinen Kaliglimmer nahestehende Mischungen), teils Werte nahe an 6, aber niemals darüber (wenigstens in modernen Analysen).

Rein empirisch wäre dies durch isomorphe Mischung von Kaliglimmer und Olivin zu erklären, wie es G. TSCHERMAK in seinen Arbeiten über die Glimmergruppe getan hat.

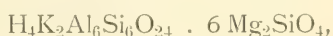
Gegen diese Auffassung der Mischung sprechen aber schwerwiegende Gründe.

Bekanntlich kann Olivin nicht neben Quarz in Gesteinen stabil existieren (vergl. im petrographischen Teil, p. 130). Dagegen kommt Biotit in zahlreichen Gesteinen der verschiedensten Genesis stabil neben Quarz vor.

Wäre der Biotit eine isomorphe Mischung von Olivin und Kaliglimmer, so könnte man (bei einem willkürlich gewählten Zeitpunkt während der Krystallisation) den *Verteilungssatz* anwenden, demzufolge das Verhältnis zwischen der Olivinkonzentration im Mischkrystall und der Olivinkonzentration in der umgebenden Lösung konstant sein müßte. Wäre freie Kieselsäure daneben als Bodenkörper vorhanden, so würde auf Kosten des Olivins rhombischer Pyroxen, das Metasilikat, entstehen. Die Lösung würde dadurch Olivin-ärmer, entsprechend dem Verteilungssatz würde der Mischkrystall Kaliglimmer-Olivin von seinem Olivin an die Lösung abgeben; dies würde solange andauern, bis aller freier Quarz aufgebraucht ist, respektive bis der Mischkrystall allen Olivin abgegeben hätte (falls Quarz im Ueberschuß vorhanden ist).

Da aber tatsächlich Biotit oft neben Quarz auftritt, so z. B. in zahlreichen Hornfelsen (vergl. im petrographischen Teil), so müssen wir annehmen, daß nicht das *freie* Olivinmolekül in die isomorphe Mischung eingeht, sondern eine *chemische Verbindung* desselben.

Die bisher publizierten Biotitanalysen zeigen nun, wie oben erwähnt, eine Grenze der Mischungsreihe bei einem Mengenverhältnis Kaliglimmer: Olivin = 1 : 6. Es ist daher naheliegend, als ein Endglied der Mischungsreihe die folgende Verbindung anzunehmen:



als zweites Endglied den reinen Kaliglimmer.

Nach den vorliegenden Untersuchungen scheint die Mischungsreihe zwischen beiden Endgliedern eine große Lücke zu besitzen, wenigstens unter den gewöhnlichen Bildungsbedingungen der Glimmerminerale. Kaliglimmer mit einem relativ kleinen Gehalt an Biotitsilikat sind dagegen sehr häufig, ebenso Biotite mit einem kleinen Gehalt an dem Silikat des Kaliglimmers.

Chlorit.

In den Kontaktzonen des Kristianiagebiets kommt Chlorit nicht allzu selten vor, in genetischer Beziehung lassen sich die Chlorite in zwei Hauptgruppen teilen, solche, die aus dem Biotit normaler Kontaktgesteine durch wiederholte Metamorphose entstanden sind, und die Chlorite der Kontakt-erzlagernstätten.

Die aus Biotit entstandenen Chlorite bilden gewöhnlich homoaxe Pseudomorphosen nach dem ursprünglichen Mineral, die Doppelbrechung ist durchwegs sehr schwach.

Die Chlorite der Erzlagernstätten zeigen ziemlich wechselnde optische Eigenschaften. Recht häufig ist ein blaßgrüner Chlorit, der sich auf der Lagerstätte von Skjærpemyr bei Grua auch makroskopisch findet. Hier bildet er auf Hohlräumen der erzführenden Skarnmasse traubige Ueberzüge von brauner Farbe, im Dünnschliff ist er hellgrün durchsichtig, mit dem gewöhnlichen Pleochroismus des Chlorits. Bei einer qualitativen Untersuchung wies ich in dem Chlorit von Skjærpemyr ziemlich viel Zinkoxyd nach, eine Verunreinigung durch Kieselzinkerz fand anscheinend nicht statt. Von Franklin sind ja zinkhaltige Chloritminerale bekannt.

Von weiteren Vorkommen sei nur das Zinkvorkommen von Glomsrudkollen erwähnt. Makroskopisch sieht man den Chlorit als graugrüne kugelige Aggregate auf Quarzkrystallen aufgewachsen. Sehr häufig findet man ihn in Dünnschliffen der erzführenden Kalksteine und Skarnmassen. Hier ist er wegen seiner schönen pleochroitischen Höfe bemerkenswert. Der Chlorit ist einachsigt negativ, der gewöhnliche Pleochroismus ist α hell gelbgrün, γ ziemlich dunkel graugrün. Eingelagert in diesem Chlorit finden sich rundliche, stärker pleochroitische Partien. Die Absorption für die Schwingungsrichtung α ist bei beiden Chloriten gleich, die Höfe zeigen aber für die Schwingungsrichtung γ eine äußerst dunkle schwarzbraune Farbe, oft sind sie für diese Richtung fast opak. Im Centrum der pleochroitischen Höfe finden sich winzige Einschlüsse, wohl von Zirkon. Die Doppelbrechung ist schwach, sie ist ungefähr gleich bei der gewöhnlichen Chloritsubstanz und den pleochroitischen Höfen. An der Substanz der pleochroitischen Höfe konnte wegen der starken Absorption kein deutliches Interferenzbild im konvergenten Licht erhalten werden.

In ganz schwach kontaktmetamorphen basischen Eruptivgesteinen (z. B. Diabasgängen) ist grüner Chlorit ein gewöhnlicher Gemengteil.

Talk.

In mehreren Hornfelsen der Klassen 4, 5 und 6 habe ich Talk als Umwandlungsprodukt von rhombischem Pyroxen beobachtet. Er ist an seinem Glimmer-ähnlichen optischen Verhalten leicht zu erkennen. Seine Menge war in allen Fällen nur ganz unbedeutend, zusammen mit dem Talk findet man öfters ein wenig sekundäres Karbonat. In Pseudomorphosen von Wollastonit-ähnlicher Form fand ich ihn bei Gjellebæk (vergl. p. 332).

Serpentin.

Den Serpentin habe ich nur als Umwandlungsprodukt von diopsidischem Pyroxen gefunden (vergl. p. 336). Seine Fasern zeigen niedrigere Lichtbrechung als Canadabalsam. Schwingungsrichtung γ in der Längsrichtung, Charakter der Doppelbrechung positiv. Stärke der Doppelbrechung etwa wie bei Quarz. Charakter der Doppelbrechung positiv.

Kaolin.

Ein Vorkommen von Kaolin, der Flußspatgang von Hörtekollen, ist schon im geologischen Teil erwähnt worden (vergl. p. 93). Es ist offenbar durch pneumatolytische Metamorphose eines Hornfelses gebildet worden.

Epidot.

Epidot findet sich sowohl in normalen Kontaktgesteinen, als auch in solchen, die unter Mitwirkung pneumatolytischer Prozesse entstanden sind.

In normalen Kontaktgesteinen hat er seine Hauptverbreitung anscheinend in den feinkörnigen Kalksilikathornfelsen der äußeren Kontaktzonen, bei der sehr geringen Korngröße dieser Gesteine ist seine Identifizierung allerdings oft schwierig.

Nicht sehr häufig findet er sich in umgewandelten Sedimenten der inneren Kontaktzonen, im folgenden sollen einige Vorkommen erwähnt werden; es ist allerdings möglich, daß auch diese unter Mitwirkung von Pneumatolyse entstanden sind.

Eisenarmer Epidot (Klinozoisit) kommt spärlich in einem dichten Kalksilikathornfels des Axinitvorkommens an der Ostseite des Aarvoldstals vor.

Mitunter findet man Epidot in radialstrahligen Aggregaten im Kontaktmarmor, als Beispiel eines solchen Vorkommens sei der weiße Marmor von Gjellebæk erwähnt. Die makroskopisch gelbgrünen Epidotstengel

erreichen eine Länge von ein paar Centimetern, im Dünnschliff zeigen sie zonaren Aufbau. Der Pleochroismus und die Doppelbrechung sind stärker in der Hülle als im Kern, also steigt der Eisengehalt nach außen hin. Bei diesem Epidot ist es allerdings fraglich, ob er nur auf Kosten sedimentärer Substanz gebildet ist, gerade in der Gjellebækgegend treten in den Kontaktgesteinen deutliche Spaltengänge von Epidot auf.

In metamorphen Eruptivgesteinen ist Epidot sehr verbreitet, so z. B. fand ich ihn in umgewandelten Diabasen, Essexitmelaphyren und Rhombenporphyren zahlreicher Fundorte. Im allgemeinen ist er für solche Eruptivgesteine charakteristisch, die sich in der äußeren Kontaktzone jüngerer Tiefengesteine finden. Der Epidot tritt gern zusammen mit uralitisiertem Pyroxen auf. In hochmetamorphen Eruptivgesteinen, welche Biotit und neugebildeten Pyroxen enthalten, habe ich den Epidot nicht beobachtet.

Auf den meisten Erzlagerstätten unsrer Kontaktzonen kommt Epidot vor. Er ist ein häufiger akzessorischer Bestandteil der Skarngesteine (besonders des Hedenbergitskarns). Ferner findet er sich in manchen sauren Eruptivgängen an Kontaktlagerstätten anscheinend als primärer Bestandteil, hier ist er vielleicht durch Kalkaufnahme eines wasserhaltigen Schmelzflusses entstanden. Diese Gänge, die vorwiegend aus Alkalifeldspat und Epidot bestehn, können stellenweise in reine Epidositmassen übergehn, wie z. B. auf den Vorkommen von Konnerudkollen.

Zum Teil ist der Epidot auf Kosten von Skapolith entstanden (vergl. p. 309), er ist dann gewöhnlich in Albit eingewachsen, der aus der Mariolithkomponente des Skapoliths hervorgegangen ist. Im folgenden sollen einige Epidotvorkommen von den Kontaktlagerstätten (und andern Stellen pneumatolytischer Metamorphose) des Kristianiagebiets beschrieben werden.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Grorud: In manchen der Kalksilikathornfelse, die im Nordmarkit von Grorud eingeschlossen sind, findet sich Epidot als jüngstes der Silikate. Der Epidot ist wohl aus wässerigen Lösungen abgesetzt, er findet sich auch als Drusenmineral im Nordmarkit.

Hakedal: In dem Hedenbergitskarn des Kirkebyfeldes ist Epidot sehr verbreitet. Der Epidot ist sehr stark doppelbrechend, auch die intensive gelbgrüne Farbe deutet auf hohen Eisengehalt. Meist findet sich der Epidot in recht gut idiomorph begrenzten Stengeln, deren Längsrichtung quer auf die Richtung der optischen Achsenebene verläuft. Bei allen von mir untersuchten Epidoten der Kontaktlagerstätten beträgt der Winkel der optischen Achsen $2V$ ca. $70-80^0$ mit negativem Charakter der Doppelbrechung.

Der Epidot in den Skarngesteinen zeigt oft zonaren Bau, meist finden sich abwechselnd eisenreiche und eisenarme Schichten, doch so, daß im allgemeinen die Hülle eisenreicher ist als der Kern.

Der Epidot ist wahrscheinlich überwiegend unter Mitwirkung wässriger Lösungen gebildet, seine Substanz dürfte größtenteils zugeführt sein.

Auch im Elsjöfeld kommt Epidot vor, hier hauptsächlich in Form von Epidositgängen. Ein großer Epidositgang, fast nur aus Epidot bestehend, ist an mehreren Stellen längs der Ostseite des kleinen Sees beim Engestadsæter aufgeschlossen. Ein anderer Epidositgang füllt eine Gangspalte, längs welcher sich die Erze der Grube Erdmann finden.

Auch von fremden Kontaktlagerstätten kennt man ähnliche Epidosite; es sei an die Kontaktlagerstätten von Massa Marittima (Toscana) erinnert, siehe G. v. RATH, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 25, 1873, p. 116. Schon G. v. RATH vergleicht die Epidosite von Toscana mit denen von Konnerudkollen im Kristianiagebiet.

Grua (Hadeland): In den Kontaktzonen von Grua ist Epidot sehr verbreitet, im folgenden mögen einige Vorkommen besprochen werden.

Beim Kalkofen, nahe der Station Grua, wird der Andraditfels von zahlreichen kleinen Skapolithgängen durchsetzt (vergl. Skapolith). Nur in seltenen Fällen ist die Substanz des Skapoliths erhalten geblieben, weit häufiger trifft man in den Gängen die Pseudomorphosen von Albit nach Skapolith. Die Mejonitkomponente des Skapoliths ergab bei dieser Umwandlung hellgrünen oder gelblichen Epidot. Der Epidot bildet teils ein körniges Gemenge mit dem neu entstandenen Albit, teils ist er in den Gangspalten für sich abgesetzt. Die derart sekundär entstandenen Epidositgänge bestehn aus radialstrahligen Epidotkugeln, deren einzelne Stengel mehrere Centimeter lang sind. Stellenweise findet man auch einzelne solche radialstrahlige Epidotaggregate in Kalkspat eingewachsen.

In einzelnen hellgelbgrünen Krystallen findet sich Epidot auf dem Vorkommen des Uralits vom Grua-Tunnel.

Auf der großen Zinklagerstätte von Nysæter bei Grua kommt Epidot massenhaft vor. Er bildet einen gewöhnlichen Gemengteil der Hedenbergitskarne; in diesen wird er meistens von Albit begleitet.

Epidot-Albit-Gänge, den Epidositen von Hakedal vergleichbar, sind sehr häufig und erreichen bedeutende Dimensionen. Der Epidot in diesen Gängen bildet scharfe kleine Krystalle, die im Albit eingewachsen sind. Diese Epidot-Albit-Gänge sind durch Uebergänge mit den umgewandelten Skapolithgängen von Nysæter verbunden.

Wahrscheinlich ist ein nicht ganz geringer Teil des Epidots von Nysæter auf dem Umweg über Skapolith entstanden.

Im Dünnschliff bietet der Epidot das gewöhnliche Bild von Epidoten mit recht großem Eisengehalt. Zwillinge nach der Fläche $\{100\}$ sind nicht selten. Mitunter beobachtet man, daß der Epidot dünne Schalen nach Art der Perimorphosen bildet, die im Alkalifeldspat der Gänge eingelagert sind.

Kontaktzonen des Granitits.

Gegend südlich von Drammen: Auf den Zinklagerstätten von Konnerudkollen finden sich Epidosite als Injektionsmassen in den umgewandelten Schichten. Solche Epidosite sind z. B. dicht über dem südlichen Teil der Plattform bei den Gruben am Ostabhang von Konnerudkollen aufgeschlossen. Die reinen Epidosite sind von grüner Farbe, meist sind die Massen aber rot gesprenkelt, indem viel Orthoklas (und Albit) beigemischt ist. Der Orthoklas zeigt in diesen Gesteinen meist Adularhabitus mit hauptsächlichlicher Begrenzung durch M $\{110\}$ und x $\{101\}$. Die Epidotreichen Gangmassen begleiten die Erze und enthalten oft selbst viel Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies.

Die Epidosite von Konnerudkollen sind schon von G. v. RATH auf seiner Reise in Norwegen 1860 beobachtet worden.

Im Dünnschliff zeigt der Epidot starken Pleochroismus, γ intensiv gelbgrün, β schwach gelbgrün, α farblos. Winkel und Orientierung der optischen Achsen wie gewöhnlich. Die Epidote sind meist ziemlich gut idiomorph, mitunter beobachtet man Zwillingsbildung nach $\{100\}$.

Die Diabasgänge von Konnerudkollen sind oft stark epidotisiert, so zeigte ein Dünnschliff des großen Diabasganges von Nordskjærp als Hauptbestandteil intensiv gelbgrünen Epidot, daneben Quarz, Pyroxen und Titanit.

Ein kleiner Schurf zwischen Stordammen und Dalen im Konnerudgebiet liegt an einem Diabasgang im Sandstein. Neben dem Diabasgang ist in derselben Spalte eine Masse von Epidot und Flußspat mit Erzen (Zinkblende und Eisenglanz) abgesetzt worden. Im Dünnschliff erkennt man noch Kalifeldspat. Der Epidot ist in der Gangmasse das älteste Mineral, er bildet radialstrahlige Aggregate von intensiv gelbgrüner Farbe.

Bei Hagatjern, westlich von Konnerudkollen, liegen Vorkommen von Kupferkies an Quarzporphyrgängen. Zwischen dem Quarzporphyr und dem Nebengestein findet man eine Epidot-reiche Albitmasse. In dieser liegen zahlreiche Granatperimorphosen, ganz dünne idiomorphe Schalen von Granatsubstanz, die in Albit eingebettet sind. Sehr oft enthalten die Granatschalen als Kern ein Aggregat von gelbgrünen Epidotstengeln. Der Epidot wird oft von Eisenglanz begleitet. Mitunter umkränzen die Eisenglanzindividuen den Granat.

Es erscheint wahrscheinlich, daß der Epidot hier auf Kosten des Granats gebildet ist. Vergleicht man die Formeln beider Mineralien $\text{Ca}_3(\text{Al,Fe})_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ und $\text{HCa}_2(\text{Al,Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{13}$, so sieht man, daß die Umwandlung unter Verlust von CaO und unter Aufnahme von Sesquioxyd und Wasser vor sich gegangen ist.

Glomsrudkollen: Bei weitem das schönste Epidotvorkommen in unsern Kontaktzonen ist das von Glomsrudkollen in Modum. Die Skarngesteine der Zinklagerstätten sind hier vielfach Epidot-führend, der Epidot ist das jüngste der Skarnminerale (vergl. Epidot-Orthit). Auf einer Gangspalte im Hauptvorkommen fanden sich besonders schöne Epidotkrystalle. Ein wirres Aggregat von mehreren Centimeter langen Epidotstengeln füllt eine Spalte im Granat-führenden Kalkstein. Ein Teil der Epidote ist in Kalkspat eingewachsen; gegen offene Hohlräume bilden die Epidotkrystalle prachtvolle grüne Rasen.

Ich habe selbst ein reichliches Material von Krystallen gesammelt, Herr Obersteiger J. BRONDER schenkte dem mineralogischen Institut zahlreiche schöne Stufen.

Krystalle mit Endflächen sind ganz gewöhnlich, zu genauen Messungen sind sie aber nicht geeignet; ich habe folgende Formen an den von mir untersuchten Krystallen beobachtet: $t \{100\}$, $c \{001\}$, $b \{010\}$, $e \{101\}$, $r \{\bar{1}01\}$, $i \{\bar{1}02\}$, $m \{110\}$, $o \{011\}$, $n \{\bar{1}11\}$. Zwillingsbildung nach $\{100\}$ ist nicht selten; auf Fig. 53 ist ein typischer Einzelkrystall dieses Vorkommens abgebildet. Von einer Wiedergabe der zahlreichen Winkelmessungen sehe ich ab, da dieselben nichts von Interesse boten. Die Dichte des dunkelgrünen Epidots wurde an 1,5744 g. bestimmt. Ich fand bei 23^0 C. das spezifische Gewicht 3,457.

Die optischen Eigenschaften sind die gewöhnlichen der eisenreichen Epidote. Im Dünnschliff zeigen die Krystalle oft zonaren Aufbau, mit besonders eisenreicher Hülle. Die Ebene der optischen Achsen ist wie immer $\{100\}$, der Winkel der optischen Achsen ist groß; $2V$ schätzungsweise $70^0 - 80^0$ um die spitze Bisektrix. Die Achsendispersion ist deutlich $\varrho > v$ um die spitze Bisektrix. Im Schnitt parallel $\{010\}$, beträgt der Auslöschungswinkel $c : a \ 2,5^0$

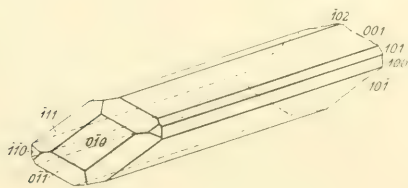


Fig. 53. Epidot,

$\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{1}02\}$,
 $\{\bar{1}11\}$, Glomsrudkollen.

im spitzen Winkel β . Die Doppelbrechung wurde an einem recht einheitlichen Individuum mit dem Babinet-Kompensator gemessen. Dispersion der Doppelbrechung stark $v > \varrho$. Ich fand für blaues Glas ($\lambda = 0,000450 \text{ mm.}$)

und rotes Glas ($\lambda = 0,000635$ mm.) die Doppelbrechung: $(\gamma - \alpha)_v = 0,041$, $(\gamma - \alpha)_o = 0,038$. Alle diese Bestimmungen deuten auf einen Epidot mit etwa 14—16 % Fe_2O_3 , vergleichbar dem von der Knappenwand, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

| | $c : \alpha$ | $(\gamma - \alpha)_o$ |
|------------------------|------------------|-----------------------|
| Knappenwand | 2,5 ⁰ | 0,037 |
| Glomsrudkollen | 2,5 ⁰ | 0,038 |

Auch die Dichte deutet auf eine ähnliche Zusammensetzung.

Der Pleochroismus ist bei dem Epidot von Glomsrudkollen selbst im Dünnschliff sehr kräftig, γ intensiv gelbgrün, β etwas heller gelbgrün, α sehr hell grünlich. In dicken Platten ist der Pleochroismus ungemein stark mit γ dunkel grasgrün, β braun, α braungelb.

Eine Bestimmung der Kieselsäure ergab 37,66 % SiO_2 .

Dieser Epidot ist wohl aus wässerigen Lösungen abgesetzt, und zwar im letzten (thermalen) Stadium der Kontaktmetamorphose.

In den Skarngesteinen von Glomsrudkollen kommen ganz ähnliche eisenreiche Epidote vor. In dem Gestein, das auch den Epidot-Orthit enthält, maß ich an einem schönen Epidot-Zwilling den Auslöschungswinkel $c : \alpha$ zu 2,7⁰ und 3,0⁰ im spitzen Winkel β . Pleochroismus wie bei dem oben beschriebenen.

In manchen Skarngesteinen vom Glomsrudkollen findet man ganz ähnliche Granat-Perimorphosen mit jüngerem Epidot, wie die von Hagatjern beschriebenen. Die dünnen Granatschalen sind oft ganz in Epidot eingelagert.

In einem solchen Gestein, von einem der südlichsten Schürfe, findet man Krystalle von Epidot mit deutlichem Sanduhr-Bau. In Querschnitten erkennt man einen Unterschied zwischen den Anwachskegeln von $\{101\}$ und $\{001\}$, der sich sowohl in der Intensität der grünen Färbung, wie in der Stärke der Doppelbrechung äußert. Der Anwachskegel von $\{101\}$ ist am stärksten doppelbrechend und am intensivsten gefärbt; er enthält also eine an Eisen reichere Epidotmischung als der von $\{001\}$.

Das Phänomen der Sanduhrstruktur ist bekanntlich zuerst von BRÖGGER erklärt worden (Z. K., 16, p. 155 u. 309), der es darauf zurückführte, daß bei Mischkrystallen *ungleiche* Flächen eine *chemisch verschiedene* Substanz aufnehmen. Vom Standpunkt der physikalischen Chemie ist diese interessante Tatsache, wenigstens soviel mir bekannt ist, nie behandelt worden. Die Erscheinung muß darauf zurückgeführt werden, daß bei Mischkrystallen der Verteilungsquotient einer Komponente im System *flüssige Lösung : krystallisierte Lösung* von der Art der begrenzenden Krystallfläche abhängig ist.

Im umgewandelten Rhombenporphyr kommt eisenreicher Epidot ebenfalls in großer Menge vor, hier ist er wahrscheinlich ohne Substanzzufuhr gebildet.

Hörtekollen: Auch an der Ostgrenze des großen Granititlakkolithen von Modum kommt Epidot reichlich vor. In der Kontaktzone von Hörtekollen ist er sehr verbreitet. Grüne Epidotkrystalle findet man allenthalben in den Kalkknollen der umgewandelten Schieferhornfelse. Ich möchte die Bildungszeit dieser Epidote in das letzte Stadium der Kontaktmetamorphose verlegen. Am westlichsten Gipfel der Höhe von Hörtekollen ist der Kalksilikathornfels von zahlreichen kleinen Epidot-Quarz-Gängen durchadert, dies ist gerade über dem Helvinvorkommen. An der unmittelbaren Grenze gegen den Granitit sind die Kalkknollen der Schiefer hier zu gelbgrünen Epidotmassen geworden, die daneben noch rotbraunen Granat enthalten. Für eine Entstehung des Epidots mittelst Substanztransport spricht die Tatsache, daß als Kern der Epidot-individuen mitunter Epidot-Orthit auftritt.

Die Epidotkrystalle in den umgewandelten Kalkknollen am steilen Absturz von Hörtekollen zeigen oft Krystallbegrenzung durch die gewöhnlichsten Formen.

In der Kontaktzone von Gjellebæk kommen ebenfalls Epidotgänge vor; ich fand schmale Gänge, die mit hellgelbgrüner Epidotmasse gefüllt sind, im Kalksilikathornfels an der Landstraße nordöstlich von dem Hofe Kjenner.

Beim Eisenglanzvorkommen von Isi in Bærum ist Epidot ganz gewöhnlich als Imprägnation im umgewandelten devonischen Sandstein und dem darüber liegenden Konglomerat.

Epidot-Orthit ¹.

Unter diesem Namen möchte ich eine Gruppe von Orthit-ähnlichen Mineralien zusammenfassen, die in ihren optischen Eigenschaften zwischen dem eigentlichen Orthit und dem Epidot stehn. Nach dem optischen Verhalten zu schließen, scheint zwischen beiden Endgliedern eine sehr ausgedehnte isomorphe Mischungsreihe zu bestehn.

Zuerst habe ich derartige Orthit-ähnliche Mineralien in einem Granatfels der Gegend von Glomsrudkollen in Modum beobachtet. Gleich östlich vom Hauptvorkommen der Zinkblende findet sich ein dazu paralleler

¹ Eine kurze Mitteilung über diese Mineralien der Epidotgruppe habe ich bereits an anderer Stelle veröffentlicht (Centralbl. Min. 1911, p. 4).

Gangzug. Längs Spaltenverwerfungen ist das kalkreiche Silur mit Zinkblende imprägniert. In diesem umgewandelten Zustand bildet es hellgrünen Granatfels, dem parallel der Schichtung Streifen von brauner Blende eingelagert sind. In geringerer Menge finden sich diopsidischer Pyroxen, hellgrüne Hornblende, Titanit sowie die erwähnten Minerale der Epidotgruppe.

Man erkennt auf den ersten Blick, daß es sich um ein Orthit-ähnliches Mineral handelt. Die Krystalle sind tafelförmig nach $\{100\}$ und haben die braunen Absorptionsfarben des Orthits, oft sind sie von einer breiten Epidothülle umgeben. Folgende Formen wurden an dem Orthit-ähnlichen Mineral sicher festgestellt: $t \{100\}$, $c \{001\}$, $r \{101\}$, $z \{110\}$, $u \{210\}$. Sehr

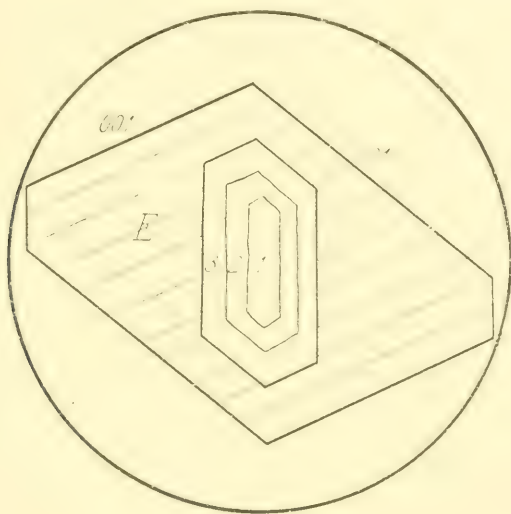


Fig. 54.

Schichtenbau von Epidot und Epidot-Orthit, Glomsrudkollen. Vergr. ca. 20.

verbreitet sind Zwillinge nach $\{100\}$, außerdem kommt möglicherweise noch Zwillingsbildung nach einer andern Fläche der Orthodomenzone vor, wenigstens findet man oft die gewöhnlichen Zwillings tafeln von einem dritten Individuum quer durchsetzt; mangels gut getroffener Schnitte konnte ich das Zwillingsgesetz nicht näher bestimmen.

Nach den optischen Eigenschaften kommen in meinen Schliffen sehr verschiedene Mischungsglieder zwischen dem reinen Orthit und Epidot vor; die Beschreibung eines Schnittes wird dies erläutern.

Blaßgefärbter Epidot-Orthit mit breiter Hülle von Epidot (schematisch auf Fig. 54 abgebildet). Der Krystall ist genau parallel der Symmetrieebene getroffen, daher Austritt der optischen Normale. Die Schichten des Epidot-Orthits sind mit 1—3 bezeichnet, der Epidot mit E.

| | 1 | 2 | 3 | Epidot (central) | Epidot (peripherisch) |
|---------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|---------------------------------|--------------------------|
| c: a, stets im spitzen Winkel β | 24° | 14° | 10° | 4° | 2° |
| Interferenzfarbe | weiß I | gelblich- weiß I | gelb I | blau II | grün II |
| Farbe von γ | | grünlichbraun, nach außen blasser | | gelbgrün, nach außen dunkler | |
| Farbe von a | | sehr hell bräunlich | | sehr hell gelblich | |

Alle Schichten sind optisch negativ. In der schematischen Zeichnung wurde der Deutlichkeit halber ein Titaniteinschluß weggelassen, er fand sich im innern Teil von E. Die Form der Epidothülle, sowie ihre Größe zeigen mit Gewißheit, daß der Epidot nicht etwa sekundär auf Kosten des Orthits gebildet ist, wie man es sonst so oft in Eruptivgesteinen findet. Die Ebene der optischen Achsen ist stets $\{010\}$, der negative Achsenwinkel ist groß, etwa um 70°, die Dispersion des Winkels $2V$ wurde in mehreren Fällen als stark $v > q$ erkannt. Auslöschungsdispersion $q > v$ für c: a. Der Pleochroismus ist sehr stark, und meist nimmt in den zonargebauten Krystallen die Doppelbrechung mit wachsendem Pleochroismus ab, d. h. die dunkelsten Epidot-Orthite zeigen die geringste Doppelbrechung; selten zeigt der dunkelste Kern wieder ein Ansteigen der Doppelbrechung. In dem Granatfels kommen auch soweit dunkle Minerale dieser Gruppe vor, daß man sie vielleicht schon zum Orthit rechnen muß. Sie zeigen folgende Absorptionsfarben:

γ rauchbraun, β rotbraun, β hell gelbbraun; Absorption $\gamma = \beta \gg \alpha$.

Mit abnehmendem Auslöschungswinkel werden die Farben blasser und erhalten gleichzeitig einen Stich ins Grünliche.

Alle diese optischen Eigenschaften erlauben keine andre Erklärung, als daß es sich um isomorphe Mischungen von Orthit und Epidot handelt. Der Epidot-Orthit von Glomsrudkollen ist in einem recht frühen Stadium der Kontaktmetamorphose gebildet. Er ist zwar jünger als Diopsid und Granat, seine Bildung hat aber deutlich vor derjenigen der Zinkblende begonnen. Während der Krystallisation der Zinkblende hat die Bildung von Epidot-Orthit noch angedauert. Die oft vorkommenden Epidothüllen sind jünger. Am besten idiomorph ist der Epidot-Orthit an den Stellen, wo er in Resten des ursprünglichen Kalkspats liegt. Anders als mikroskopisch habe ich ihn nicht beobachtet. Er verdankt seine Entstehung zweifellos pneumatolytischen Vorgängen, die gewiß auch die gleichzeitige Anreicherung von Titanit verursacht haben.

Auf Hörtekollen dürfte der Epidot-Orthit ebenfalls vorkommen; etwa 50 Meter über dem Vorkommen des Helvins sind Kalkknollen im Silur in Silikataggregate umgewandelt. An der unmittelbaren Grenze gegen den

Granitit bestehn diese Knollen aus grobkrySTALLINISCHEM Granat und Epidot, in einem meiner Dünnschliffe enthielt ein Epidotkrystall einen Kern von blaß orangebraunem Orthit, der wohl dieser Gruppe angehört. Auch hier ist eine Entstehung durch pneumatolytische Prozesse anzunehmen.

Später fand ich ein ähnliches Mineral der Epidotgruppe auch in einem Kontaktprodukt des Nordmarkits, nämlich in einem Kalksilikatsfels, der im

Nordmarkit des Aarvoldaas (Südostabhang) eingeschlossen war. Der Kalksilikathornfels bildete eine, etwa 4 cm. dicke, Schicht in einem Hornfels der Klasse 7, er bestand wesentlich aus Granat, Pyroxen und Resten von Kalkspat. Im Granat lagen einige Individuen von Epidot-Orthit, auf Fig. 55 ist ein Zwillings nach $\{100\}$ abgebildet, der genau parallel $\{010\}$ getroffen ist.

Bei diesem Krystall waren die äußern Schichten am reichsten an der Orthit-Komponente, dies zeigt, daß der Epidot-Orthit keineswegs ein Umwandlungsprodukt von gewöhnlichem Orthit sein kann, etwa dem sekundären Epidotrand um zersetzten Orthit vergleichbar.

Die Auslöschungsrichtung α verlief in allen Schichten im spitzen Winkel β , ich maß folgende Auslöschungswinkel im abgebildeten Zwillingskrystall.

Fig. 55. Epidot-Orthit,
Zwillings nach $\{100\}$,
Aarvoldaas.
Vergr. ca. 45.



Individuum I Individuum II

| | | |
|--------------------------|--------|--------|
| $c : \alpha$, Kern . . | 29^0 | 30^0 |
| $c : \alpha$, Hülle . . | 34 | 35 |

Auslöschungsdispersion stark $q > v$ für $c : \alpha$.

Der Pleochroismus ist sehr deutlich. Absorption $\gamma \gg \alpha$. Der Kern ist heller gefärbt als die Hülle, bei beiden Individuen wurden dieselben Farbentöne beobachtet.

| | <i>Farbe von γ</i> | <i>Farbe von α</i> |
|-------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Kern | gelbbraun | gelblich, fast farblos |
| Hülle | olivengrün | bräunlichgrau |

Dicke des Dünnschliffs 0,0305 mm.

Alle Schichten zeigten die optische Normale, Doppelbrechung negativ.

Die Doppelbrechung wurde mit dem Babinetkompensator gemessen (mit farbigen Gläsern). λ rot = 0,000636 mm., λ grün = 0,000535 mm., λ blau = 0,000450 mm.

| | $(\gamma - \alpha)$ rot | $(\gamma - \alpha)$ grün | $(\gamma - \alpha)$ blau |
|-------|-------------------------|--------------------------|--|
| Kern | 0,0132 | 0,0147 | 0,0155 |
| Hülle | 0,0076 | 0,0077 | wegen zu starker Absorption nicht meßbar |

Alle diese optischen Eigenschaften stimmen auf Mischungen von Orthit und einem Silikat der Epidot-Klinozoisit-Reihe. Die Dispersion der Auslöschung ist dadurch verursacht, daß ein Endglied (Orthit) sehr geringe Dispersion der Doppelbrechung besitzt, das andre dagegen eine starke Dispersion $v > \rho$. Für blaues Licht wird der Einfluß des beigemengten Epidotsilikats daher ein stärkerer sein, als für rotes; nun ist der Auslöschungswinkel $c : \alpha$ für Epidot viel kleiner als für Orthit, daher werden die Mischkrystalle für Blau einen kleineren Auslöschungswinkel zeigen, als für Rot.

Die starke Achsendispersion $v > \rho$ um α , welche beim Epidot-Orthit von Glomsrudkollen beobachtet wurde, läßt sich ebenfalls als Folge der Mischung erklären. Der reinste Orthit (siehe den folgenden Abschnitt) hat normalsymmetrische Achsenlage mit kleinem negativen Achsenwinkel. Durch Beimengung des Epidotsilikats, das einen großen negativen Achsenwinkel mit symmetrischer Achsenebene hat, muß zunächst der normalsymmetrische Achsenwinkel auf Null verringert werden, bei stärkerer Beimischung vom Epidot erhält man dann einen negativen Achsenwinkel mit symmetrischer Achsenebene. Auch hier muß der Einfluß des Epidotsilikats im blauen Licht am stärksten sein, daher werden Epidot-Orthite mit symmetrischer Achsenebene eine deutliche Achsendispersion $v > \rho$ zeigen.

Wahrscheinlich sind Epidot-Orthite recht verbreitet als Gesteinsgemengteil; wie mir Herr Prof. BRÜGGER mitteilt, kennt er sie seit langem aus Tiefengesteinen des Kristianiagebiets.

Manche Mineralien, die in der petrographischen Literatur als Orthit beschrieben sind, dürften hierher gehören. In optischer Beziehung möchte ich die Grenze zwischen Epidot-Orthit und eigentlichem Orthit bei einem Auslöschungswinkel $c : \alpha = 35^0$ setzen.

Orthit.

Der Orthit findet sich an mehreren Stellen in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets, besonders als endomorphes Kontaktmineral.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Bekanntlich ist Orthit auch unter den Drusenmineralien der Nordmarkite bei Kristiania gefunden, nach meinen Beobachtungen kommt er keineswegs selten auf diese Weise vor; daraus kann man ersehn, daß er zum normalen pneumatolytischen Mineralbestand dieser Gesteine gehört. In aplitischen Grenzgesteinen des Nordmarkits ist der Orthit recht verbreitet, am reichlichsten findet man ihn beim Axinitfundort im Aarvoldstal (Ostseite).

Hier kommt er auf zwei verschiedene Arten vor, erstens als mikroskopische Krystalle in dem Granat-führenden Nordmarkitaplit der Grenzzone, zweitens als große Tafeln in schmalen Aplitgängen, welche die Hornfelsschollen umsäumen und durchsetzen.

Die mikroskopischen Krystalle im Nordmarkitaplit sind vollständig idiomorph und stets nach der Fläche $t\{100\}$ tafelförmig, sehr häufig sind Zwillinge nach derselben Fläche. Die Ebene der optischen Achsen ist die Symmetrieebene. Dies erkennt man leicht an solchen Zwillingen, die etwa parallel $\{001\}$ des einen Individuums getroffen sind. Im Konoskop sieht man, daß die Richtung der optischen Achsenebene beiden Individuen gemeinsam ist, und zwar ist dieselbe senkrecht auf die Zwillingsgrenze, welche in die Längsrichtung des Durchschnitts fällt. Ebene der optischen Achsen ist also $\{010\}$. In dem einen Individuum sieht man den Austritt der Mittellinie α , bei dem andern ist die Mittellinie γ im Gesichtsfeld. Er ist negativ mit großem Achsenwinkel. Die Krystalle zeigen oft deutlichen zonaren Bau mit verschiedener Färbung der einzelnen Schichten. Der Pleochroismus ist sehr stark; γ und β zeigen gelbbraune und rotbraune Töne, α ist sehr hell gelblich bis graugelb. Das Absorptionsschema ist

$$\gamma > \beta > \alpha$$

Der Auslöschungswinkel konnte nicht bestimmt werden, da sich in meinen Dünnschliffen kein geeigneter Durchschnitt fand. Die durchschnittliche Größe dieser Orthitkrystalle ist etwa 0,2 mm.

Große Orthitkrystalle fand ich in den etwa 4 cm. breiten aplitischen Gängen bei den Schollen von Tonschiefer-Hornfels. Hier findet er sich zusammen mit zahlreichen hellbraunen Titanitkrystallen und langen Stengeln einer Hornblende. Der Orthit scheint weniger als Füllung von Drusenräumen, als in der aplitischen Gesteinsmasse selbst ausgeschieden zu sein. Die bis 2 cm. großen allseitig ausgebildeten Krystalle sind sehr dünn tafelförmig nach $\{100\}$, gewöhnlich sind die Tafeln etwas nach der Vertikale verlängert. Neben den gewöhnlichen Zwillingen trifft man auch häufig Einzelkrystalle. Diese Orthitkrystalle erinnern sehr an die von BRÖGGER beschriebenen aus Drusenräumen des Nordmarkits vom Sognsvand, nördlich von Kristiania (Z. K., 16, p. 95). Die Krystalle erlaubten nur angenäherte Messungen, weshalb ich von einer Wiedergabe derselben absehe.

Folgende Formen wurden beobachtet: $t\{100\}$, $c\{001\}$, $e\{101\}$, $r\{\bar{1}01\}$, $l\{\bar{2}01\}$, $i\{\bar{1}02\}$, $n\{\bar{1}\bar{1}1\}$, die Flächen der Prismenzone sind besonders schlecht meßbar, neben $z\{110\}$ und $u\{210\}$ scheint auch $\{010\}$ vorzukommen.

Ein Dünnschliff parallel der Symmetrieebene ergab ganz ähnliche Verhältnisse, wie sie BRÖGGER am Orthit vom Sognsvand beschrieben hat. Seine Abbildung könnte auch für den von mir untersuchten Krystall gelten.

Der Schliff zeigt centralen Austritt der optischen Normale, oder die zweite positive Mittellinie eines kleinen negativen Achsenwinkels. Die Doppelbrechung ist negativ.

Der Krystall ist von abwechselnden Schichten zweier verschiedener Substanzen aufgebaut. Außer diesen, welche im folgenden mit I und II bezeichnet werden, beteiligt sich noch Epidot am Aufbau der äußersten Schicht, seine Menge ist aber ganz unbedeutend.

In allen Schichten liegt die Auslöschungsrichtung α im spitzen Winkel β .

| | Orthitsubstanz I | Orthitsubstanz II |
|--------------------|--------------------|--------------------------------------|
| $c : \alpha$ | $38,3^0$ | $31,1^0$ |
| Farbe von γ | dunkel sepiabraun | braun mit Stich ins Orangefarbene |
| Farbe von α | hell grünlichbraun | hell orangebräunlich |

Dispersion der Doppelbrechung schwach $v > \rho$.

Der Epidot zeigte einen Auslöschungswinkel von etwa 5^0 . Es mag noch bemerkt werden, daß die Schichten II deutlich stärker doppelbrechend waren als die Schichten I; dies zeigt, daß die Substanz von II zu der Reihe der Epidot-Orthite gehört, deren Eigenschaften im vorigen Abschnitt beschrieben wurden.

Ein Schnitt parallel der b-Achse (an einem andern Krystall desselben Fundorts), senkrecht auf die Bisektrix α , ergab folgendes Bild:

Der Krystall war deutlich zonargebaut, um einen dunkleren Kern folgte eine relativ hellgefärbte Hülle. In allen Teilen des Krystalls erhielt man das Interferenzbild der spitzen Bisektrix α . Die Hülle zeigte die gewöhnliche Orientierung, also Achsenebene symmetrisch, der Kern dagegen *normalsymmetrische* Achsenebene. Eine derartige Orientierung hat BRÖGGER schon 1890 am Orthit vom Sognsvand festgestellt (Z. K. 16, p. 98). Der Unterschied in der Orientierung von Kern und Hülle ließ sich auch im parallelen polarisierten Licht mit Hülfe des Gipsblättchens feststellen; beim Kern lag die Schwingungsrichtung γ' in der Richtung der b-Achse, bei der Hülle dagegen die Schwingungsrichtung α' . Folgender Pleochroismus wurde beobachtet:

| | Kern | Hülle |
|--------------------|---------------------------------|----------------|
| Farbe von γ | dunkel Sepiabraun, fast opak | olivengrün |
| Farbe von β | rotbraun | grünlichbraun. |

Absorption in Kern und Hülle $\gamma > \beta$.

Die großen Orthitkrystalle von Aarvold sind reich an Einschlüssen von Quarz und Kalifeldspat.

Es erschien von Interesse, den Auslöschungswinkel $c:a$ an ganz frischem Orthit aus Drusenräumen des Nordmarkits zu untersuchen. Ich wählte dazu einen schwarzgrünen, centimetergroßen Krystall, den ich an der Südostseite des Aarvoldaas gefunden hatte. Der Krystall war tafelförmig nach $\{100\}$ und etwas in den Richtung der b-Achse verlängert. Er erlaubte recht genaue Messungen, ich konstatierte folgende Flächen: t $\{100\}$, b $\{010\}$, c $\{001\}$, z $\{110\}$, G $\{120\}$, r $\{101\}$, l $\{201\}$, n $\{111\}$. Die Fläche $\{010\}$ ist, soviel ich aus der Literatur erschn konnte, noch nicht am Orthit bekannt, sie war am untersuchten Krystall recht groß entwickelt und zeigte eine feine Streifung parallel der Kante gegen $\{111\}$; auch $\{120\}$ ist neu.

Ein Dünnschliff, genau parallel $\{010\}$, ergab folgendes Bild:

Der Orthit war deutlich zonarggebaut, die äußerste Hülle war etwas heller als der Kern. Der Pleochroismus war außerordentlich stark, am Kern fand ich

γ intensiv braunschwarz, fast opak
 α bräunlichgelb.

Dicke des Dünnschliffs 0,045 mm.

Die Absorption für die Schwingungsrichtung γ war so stark, daß es schwer hielt, den Auslöschungswinkel genau zu bestimmen (da ja Absorptionsmaximum und Auslöschungsrichtung γ beim Orthit nicht zusammenzufallen brauchen). Die besten Ablesungen bei sehr intensiver Beleuchtung ergaben

Kern . . $c:a = 42^0$
Hülle . . $c:a = 37$

Der Kern hat wahrscheinlich keine, oder nur sehr geringe, Dispersion der Doppelbrechung. Die Doppelbrechung ist stark ($\gamma - \alpha$) etwa 0,02—0,03.

Um näheres über die optische Orientierung reiner Orthitkrystalle zu erfahren, erschien es noch wünschenswert, Orthitkrystalle aus Granitpegmatitgängen zu untersuchen. Herr Prof. BRÜGGER hatte die große Liebenswürdigkeit, mir solche aus der Institutsammlung zur Verfügung zu stellen.

Ein Orthitkrystall von Froland bei Arendal wurde zu einem Dünnschliff parallel $\{010\}$ verwendet. Der Krystall war nach $\{100\}$ tafelförmig,

von andern Flächen waren $\{001\}$ und $\{201\}$ erkennbar. Der Schnitt zeigte centralen Austritt der optischen Normale, Doppelbrechung negativ. Die Auslöschungsrichtung α lag im spitzen Winkel β . Der Krystall zeigte zonaren Bau, die Grenze zwischen Hülle und Kern war sehr unregelmäßig, am äußersten Rand fand sich stellenweise eine ganz dünne Epidotschicht. Für den Winkel $c : \alpha$ erhielt ich: Kern $41,7^\circ$, Hülle 23° , Epidotrand $2,5^\circ$. Ganz ähnliche Verhältnisse hat auch BRÖGGER an den Orthitkrystallen der Granitpegmatitgänge beobachtet.

Etwas kompliziertere Verhältnisse zeigte ein Dünnschliff des Orthits von Arendal aus der Dünnschliffsammlung des mineralogischen Instituts. Es war ein Schliff parallel $\{010\}$, der, wie gewöhnlich, die optische Normale zeigte, Doppelbrechung negativ. Der Durchschnitt ist wesentlich von $\{001\}$ und $\{101\}$ begrenzt, die Fläche $\{100\}$ tritt dagegen verhältnismäßig zurück. Dieser Krystall zeigte deutliche Zonarstruktur mit scharfer geradliniger Grenze zwischen Hülle und Kern. Mit dieser Zonarstruktur war eine typische Sanduhrstruktur verbunden, derart, daß die veränderte Substanz der Hülle nur in die Anwachskegel der Flächen $\{001\}$ und $\{101\}$ aufgenommen ist, während in dem Anwachskegel von $\{100\}$ bis zuletzt dieselbe Substanz wie im Kern aufgenommen wurde. Die Auslöschungsrichtung α liegt im spitzen Winkel β , im Kern ist $c : \alpha = 37^\circ$, in der Hülle 35° . Die Hülle ist deutlich heller gefärbt als der Kern. Aus der Sanduhrstruktur geht hervor, daß der Unterschied zwischen Hülle und Kern ein ursprünglicher ist, sehr wahrscheinlich enthält die Hülle ein wenig mehr Epidotsilikat als der Kern.

Bei absolut frischem Orthit muß die optische Orientierung und die Stärke der Doppelbrechung im wesentlichen durch das Mischungsverhältnis der drei Komponenten (Klinozoisitsilikat, Epidotsilikat und Orthitsilikat) gegeben sein.

Bei den zersetzten Orthiten tritt als vierter Faktor noch die bekannte *metamikte Umlagerung* hinzu. Sie scheint sich optisch wesentlich darin zu äußern, daß die Doppelbrechung der Orthitkomponente geringer wird; es ist ja diese Umwandlung in isotrope Substanz (wobei oft Wasser aufgenommen wird) von vielen Mineralien, welche seltene Erden enthalten, bekannt. Vergl. BRÖGGER (Z. K., 16, p. 100).

Kontaktzonen des Granitits.

Auch in den Grenzzonen des Granitits findet sich Orthit, so habe ich ihn in mikroskopischen Krystallen im Granititaplit unterhalb Konnerudkollen beobachtet.

Ich habe ihn auch an dem Fundort des Helvins auf Hörtekollen gefunden, er kommt hier in guten schwarzen Krystallen auf Spalten des Kalksilikatfelsens vor. Die Krystalle erreichen eine Größe von etwa 5 mm. In ihrem Habitus erinnern sie sehr an die großen Krystalle vom Aarvoldstal, erlauben aber weit bessere Messungen als jene. Folgende Formen treten auf: $t \{100\}$, $c \{001\}$, $r \{\bar{1}01\}$, $l \{\bar{2}01\}$, $z \{110\}$, $u \{210\}$ und $n \{\bar{1}\bar{1}1\}$.

Der auf Fig. 56 dargestellte Krystall zeigte bei der Messung recht gute Uebereinstimmung mit den Winkeln, die G. VOM RATH (Pogg. Ann. 113, 1861, p. 281) für Orthit vom Laacher See berechnet hat.

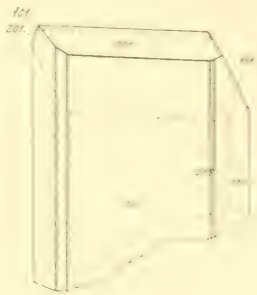


Fig. 56. Orthit,
 $\{100\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{210\}$,
 $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{2}01\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$,
 Hörtekollen.

| | Gemessen | Berechnet (v. RATH) |
|-----------------------------|-----------------------|------------------------|
| $(110) : (\bar{1}10)$ | $70^0 44'$ $70 56$ | $70^0 52'$ |
| $(110) : (210)$ | $19 20$ | $19 25$ |
| $(100) : (001)$ | $65 1$ | $64 59$ |
| $(\bar{1}00) : (\bar{1}01)$ | $(52 \quad)$ | $51 37$ |
| $(\bar{1}00) : (\bar{2}01)$ | $(25,5 \quad)$ | $26 0$ |
| $(\bar{1}\bar{1}1) : (001)$ | $74 52$ | $74 48$ |

Leider war das Material zu spärlich, um eine optische Untersuchung zu gestatten.

Das Vorkommen mit Helvin, Fluorit u. s. w. deutet entschieden auf eine pneumatolytische Bildung des Orthits.

In ganz ähnlicher Weise, wie im Kristianiagebiet, findet sich Orthit in den Pyrenäen. Nach A. LACROIX kommt er hier in granitischen Kontaktzonen vor, und zwar in aplitischen Gängen, welche den Hornfels durchsetzen (*«Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact»* Bull. des serv. de la carte géol. de la France 1898).

Vesuvian.

Vesuvian ist im Kristianiagebiet ein sehr gewöhnliches Kontaktmineral. Die chemischen Bedingungen zur Vesuvianbildung sind bereits im petrographischen Teil erörtert worden (vergl. p. 145 u. 195—197). Der Vesuvian ist ein charakteristischer Gemengteil von Hornfelsen der Klasse 10.

Wohl in allen Vorkommen wird er von Grossular begleitet, an sehr vielen außerdem von Wollastonit. Auch an allen Vesuvianvorkommen des Auslandes ist die Assoziation mit Wollastonit oder Granat (eventuell auch beiden) festgestellt.

Im folgenden gebe ich eine, gewiß ganz unvollständige, Aufzählung der Vorkommen im Kristianiagebiet, die Resultate der optischen Untersuchungen sind in einem besondern Abschnitt behandelt.

Kontaktzonen des Essexits.

In der Sammlung des mineralogischen Instituts fanden sich einige Vesuvianstufen von der Südseite der Essexitmasse von Viksbergene. Das von Herrn Prof. BRÖGGER gesammelte Material zeigte den Vesuvian mit Grossular und einem farblosen Glimmer im körnigen Kalk eingewachsen. Die Farbe des Vesuvians ist hell honiggelb, die stark längsgerieften Prismen erreichen eine Länge von 5 cm.

Kontaktzonen des Akerits und Larvikit-Monzonits.

In Wollastonit-Grossular-führenden Gesteinen von Slemdal und Vettakollen (siehe Wollastonit) fand sich auch Vesuvian. Ich wurde erst am Dünnschliff auf dieses Mineral aufmerksam, man kann aber auch makroskopisch die grünen Körner erkennen.

Auch in Kalksilikathornfels von Slagtern in Nordmarken habe ich Vesuvian neben Grossular und Wollastonit nachgewiesen.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

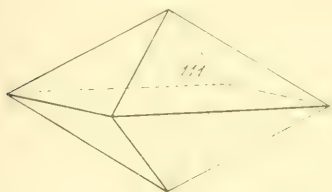
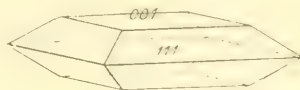
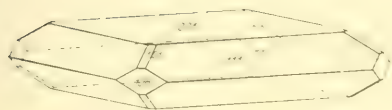
Aarvold: Auf dem Axinitvorkommen im Aarvoldstal (Ostseite) ist Vesuvian sehr häufig. Er findet sich hier auf verschiedene Weise in der kleinen Kalksilikatscholle und deren Umgebung (vergl. p. 29).

Dem Vorkommen nach kann man die Vesuviankrystalle dieses Fundorts in vier Gruppen teilen, nämlich: 1) Krystalle aus der Vesuvianmasse am oberen Rand der eingeschlossenen Scholle, 2) Vesuviankrystalle aus dichtem Hornfels der Klasse 10, 3) Vesuviankrystalle aus Granatfels, 4) Vesuviankrystalle der Grenzzone des Nordmarkits.

1) Der oberste Teil der Silurscholle von Aarvold besteht in einer Dicke von etwa 30 cm. aus Vesuvian. Die Vesuvianmasse ist sehr lose und bröckelig, da die einzelnen Krystalle nur sehr unvollkommen mit einander verkittet sind. Die Vesuviankrystalle haben meist eine Größe von 1—3 cm. und sind ringsum ausgebildet. Gemeinsam für alle Krystalle ist

der dicktafelige oder pyramidale Habitus. Folgende Formen wurden beobachtet: $a \{100\}$, $m \{110\}$, $f \{210\}$, $c \{001\}$, $p \{111\}$, $o \{101\}$, $s \{311\}$, sowie zweifelhaft $b' \{221\}$ und $t \{331\}$.

Ich beobachtete die Kombinationen: $p; p, c; p, a; p, c, a; p, c, o; p, c, m, o; p, c, a, o; p, c, m, a, o; p, c, m, a, o, f; p, c, m, a, o, f, s$. Einige dieser Kombinationen sind auf Fig. 57—60 dargestellt.

Fig. 58. $\{111\}$.Fig. 59. $\{001\}, \{111\}$.Fig. 60. $\{100\}, \{001\}, \{101\}, \{111\},$
 $\{110\}, \{210\}, \{111\}$.Fig. 61. $\{100\}, \{001\}, \{101\},$
 $\{110\}, \{210\}, \{111\}$.

Vesuvian, Aarvold.

Oft sind diese Krystalle recht unfriech und längs Sprüngen mit Manganocker durchtränkt, die frische Vesuviansubstanz hat eine grünbraune Farbe. Die Spaltbarkeit nach $a \{100\}$ ist recht deutlich. Zu genauen Messungen sind die Krystalle nicht geeignet, ich fand an einem derselben:

| | Gefunden | Berechnet (V. ZEPHAROVICH) |
|---------------------|---------------------------|-------------------------------|
| $(111):(11\bar{1})$ | $105^0 33'$ $105 \ 38$ | $105^0 31'$ |
| $(100):(210)$ | $26 \ 31$ | $26 \ 34$ |
| $(100):(311)$ | $(34 \ 44)$ | $35 \ 9$ |

Die Flächen $b' \{211\}$ und $t \{331\}$ beobachtete ich an einem einzigen Krystall als ganz schmale Abstumpfungen, die nur angenäherte Messungen erlaubten.

Das spezifische Gewicht bestimmte ich an ganz frischer durchsichtiger Substanz aus dem Innern großer Krystalle vom Typus der Fig. 60. Ich fand an 3,9956 g. bei $22,2^0$ C. die Dichte 3,403, an 3,7841 g. bei $16,0^0$ C. die Dichte 3,409.

An verwitterten braungelben Krystallen desselben Typus fand ich an 2,6978 g. bei 19,0° C. die Dichte 3,34.

2) Ganz anders aussehende Vesuviankrystalle finden sich in einem feinkörnigen Hornfels der Klasse 10, etwas unterhalb der eben beschriebenen Vesuvianmasse. Die Vesuviankrystalle sind vollkommen frisch und haben eine schön bräunlichgrüne Farbe. Alle Krystalle dieses Vorkommens zeigen stark angeätzte, körnige Basisflächen. Die andern Flächen sind vollkommen glänzend. Die Krystalle erreichen eine Größe von 1 cm. Folgende Formen wurden beobachtet: a $\{100\}$, m $\{110\}$, f $\{210\}$, c $\{001\}$, p $\{111\}$, t $\{331\}$, o $\{101\}$, s $\{311\}$.

Es finden sich zwei verschiedene Typen von Krystallen im Gestein. Typus I ist dickprismatisch, folgende Kombinationen treten auf: m, a, c (Fig. 61); m, a, c, f, p. Diese Krystalle findet man einzeln und in geringer Anzahl im Diopsid-Granat-Gestein. An andern Stellen enthält dasselbe Gestein massenhaft die centimetergroßen ganz dünntafeligen Krystalle des Typus II. An diesen beobachtete ich die Kombinationen: c, m, a, f, p, o; c, m, a, f, p, o, t; c, m, a, f, p, o, t, s. Letztere ist auf Fig. 62 dargestellt.

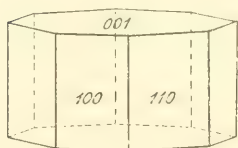


Fig. 61. $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$.

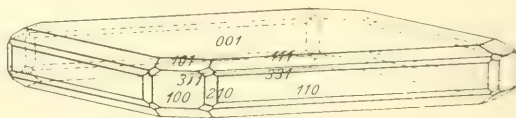


Fig. 62. $\{001\}$, $\{100\}$, $\{101\}$, $\{110\}$, $\{210\}$, $\{111\}$, $\{331\}$, $\{311\}$.

Vesuvian, Aarvold.

An manchen Krystallen bilden die Pyramidenflächen nur schmale Abstumpfungen, an andern sind sie recht stark entwickelt, wodurch die Basis etwas verkleinert wird. Die stark angeätzte Basis ist gewöhnlich etwas eingesenkt. Zu genauen Messungen sind die Krystalle nicht geeignet, ich fand:

| | Grenze | Mittel | " | Berechnet (V. ZEPHAROVICH) |
|-------------|----------------|---------|---|-------------------------------|
| (110):(111) | 52° 25'—53° 5' | 52° 52' | 6 | 52° 45' |
| (110):(331) | | 23 39 | 1 | 23 40 |
| (100):(311) | | 34 51 | 1 | 35 9 |
| (111):(100) | | 64 43 | 1 | 64 40 |
| (210):(110) | 17 48—18 49 | 18 19 | 5 | 18 26 |

Die Dichte bestimmte ich an allerdings nicht ganz reinem Material (1,1330 g.) zu 3,37 bei 15° C.

3) Im derben Granatfels von Aarvold (in dem mittleren und ersteren Teil der Silurscholle) findet man langprismatische Vesuviankrystalle ohne Endbegrenzung durch Krystallflächen. Die auftretenden Formen sind $m\{110\}$ und $a\{100\}$, seltener auch $f\{210\}$ (siehe Fig. 63). Die Stengel erreichen eine Länge von etwa 4 cm. bei einer Dicke von etwa 5 mm. Die Krystalle sind teils einzeln im Granatfels eingewachsen, teils bilden sie radialstrahlige Aggregate. Diese Krystalle sind recht dunkel olivengrün gefärbt. Die Dichte bestimmte ich an 2,1679 g. zu 3,417 bei 24,1° C.

Ähnliche Krystalle finden sich auch in dem Axinitführenden Granatfels an der oberen Grenze der Scholle. Hier erreichen die langen Stengel Fingerdicke und sind hell olivengrün gefärbt. An diesem Vorkommen ist die fast faserige Absonderung parallel der Hauptachse bemerkenswert.

4) Endlich findet man den Vesuvian auch noch im aplitischen Nordmarkit an der Grenze gegen den Axinitführenden Granatfels. Außer Vesuvian enthält der Syenit auch Granatkrystalle, die ebenfalls der Silurscholle entstammen. Die Vesuviankrystalle sind kurzprismatisch mit den Formen $m\{110\}$, $a\{100\}$, $c\{001\}$ mit starker Streifung der Vertikalzone. Sehr charakteristisch ist die Beschaffenheit der Basis verglichen mit den andern Krystallen von Aarvold. Während diese Fläche sonst fast immer (außer bei einigen Krystallen des Fundorts I) ganz rauh ist, zeigt sie bei den Krystallen aus Nordmarkit eine ganz vorzüglich ebene und spiegelnde Oberfläche. Größe der Krystalle bis 1 cm. Diese Vesuviane sind ringsum aus gebildet und sind schon vor Erstarrung des Nordmarkits fertig krystallisiert gewesen. Dies ist wieder ein Beispiel dafür, daß die Bildung der Kontaktminerale (wenigstens an der unmittelbaren Grenze) im wesentlichen vor der Erstarrung des Eruptivgesteins stattfindet.

An der gegenüberliegenden Talseite kommt Vesuvian ebenfalls in einer kleinen Silurscholle vor (vergl. p. 31). Die Scholle besteht größtenteils aus Vesuvian. Die mehrere Centimeter großen Krystalle sind wesentlich von $m\{110\}$, $p\{111\}$ sowie $a\{100\}$ und $c\{001\}$ begrenzt; meistens ist jedoch eine Krystallbegrenzung nicht zu erkennen, weil der Vesuvian größtenteils in Prehnit umgewandelt ist (siehe Prehnit, p. 386). In der Prehnitmasse



Fig. 63. Vesuvian,
 $\{100\}$, $\{110\}$, $\{210\}$,
Aarvold.

liegen etwa centimeterbreite korrodierte Vesuvianklumpen, die, wie man am Dünnschliff beobachtet, oft parallel orientiert sind. Die ganz unregelmäßig begrenzten Klumpen sind von Aetzgrübchen bedeckt, die am Goniometer regelmäßige Reflexzüge liefern. Unter den Aetzflächen scheint die Pyramide $p\{111\}$ am stärksten entwickelt zu sein. Die Farbe dieses Vesuvians wechselt von ölgrün bis bräunlichviolett.

Stadt Kristiania: Wahrscheinlich ebenfalls dem Nordmarkitkontakt angehörig ist ein Vesuvianvorkommen von Rodelökken in der Stadt Kristiania. Das Vorkommen wurde von den Herren Prof. KJER und Amanuensis

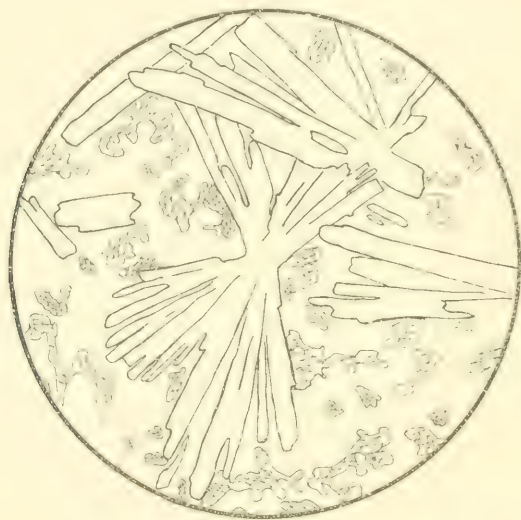


Fig. 64.

Vesuvian in einer Grundmasse von Grossular und Kalkspat (der Kalkspat ist an der Spaltbarkeit kenntlich), Rodelökken, Kristiania.
Ungefähr fünfzehnfache Vergrößerung.

SCHETELIG gefunden, nach ihren Angaben handelt es sich um umgewandelten Ceratopygenkalk. Das Eruptivgestein, welches die Kontaktmetamorphose bewirkt hat, ist nicht an der Oberfläche zu sehen, wahrscheinlich handelt es sich um einen Ausläufer des Nordmarkits von Greifen. Die Gesteine dieses Fundorts wurden von mir untersucht. Der ganz grobkrySTALLINISCHE, grüngefärbte Kalk enthält dünne Schichten eines braunen Gesteins. Letzteres besteht überwiegend aus aneinander stoßenden braunen Sphärolithen, die einzelnen radialstrahlig angeordneten Stengel haben meist eine Länge von 5 mm. Die braunen prismatischen Krystalle sind, wie ich fand, Vesuvian; sie sind von den Prismen $\{100\}$ und $\{110\}$ begrenzt. Außer Vesuvian kommt auch Granat in den Silikatschichten vor. In geringerer Menge finden sich Quarz, Albit und Titanit. Ein Dünnschliff des Vesuvian-

gesteins ist auf Fig. 64 dargestellt, die Vesuvianstengel liegen in einer Grundmasse, die aus Granat und Kalkspat besteht.

Elsjöfeld (Hakedal): In den Kontaktgesteinen des Elsjöfeldes kommt Vesuvian an mehreren Orten vor. Im kontaktmetamorphen Kalk vom Dalstjern finden sich bis 2 cm. große Krystalle von grüner Farbe. Der Vesuvian wird hier von Grossular, Wollastonit und diopsidischem Pyroxen begleitet; wir haben hier also den Mineralbestand eines Hornfelses der Klasse 10, vergl. im petrographischen Teil p. 195 u. 196.

Auch in den umgewandelten Kalkellipsoiden der Alaunschiefer im westlichen Teil des Elsjöfeldes kommt er vor. Ich fand ihn bezeichnenderweise an der Grenze einer Wollastonitmasse gegen Grossular. Hier bildete er ca. 2 mm. große Krystalle von prismatischem Habitus. Auch in den Grossular-Graphit-Massen kommt mitunter etwas Vesuvian vor (vergl. p. 46).

Skruckelien bei Hurdalssjöen: Zusammen mit Wollastonit (vergl. p. 327) und Grossular kommt grüner Vesuvian vor.

Mistberget: Auch in der Kontaktzone von Mistberget, zwischen Eidsvold und Hurdalssjöen, findet sich Vesuvian, er wird von Wollastonit und Grossular begleitet.

Kontaktzonen der Natrongranits.

Hamrefjeld: Das Vesuvianvorkommen von Hamrefjeld am Ekern ist seit langer Zeit bekannt (vergl. p. 5), der Vesuvian dieses Fundorts ist oftmals Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen.

Die geologischen Verhältnisse sind auf p. 57—58 dargelegt.

Die Vesuviankrystalle bedecken gewöhnlich die Schichtflächen des Mergelhornfelses (Klasse 9), wo derselbe mit Kalkschichten wechsellagert.

Die Größe der Krystalle erreicht ca. 6 cm., meist sind sie aber nur centimetergroß. Der Vesuvian vom Hamrefjeld ist wiederholt analysiert worden, in der folgenden Tabelle sind die Resultate zusammengestellt.

- I. RAMMELSBERG (Pogg. Ann., 94, 1855, p. 92).
- II. Th. SCHIEERER (Pogg. Ann., 95, 1855, p. 520).
- III. VOGEL (Z. K., 17, 1890, p. 215).
- IV. O. WIDMAN (Geol. fören. förh., 12, 1890, p. 20).

| | I | II | III | IV |
|--|-------|-------|---------------------|--------|
| SiO ₂ | 37,88 | 37,73 | 36,99 | 35,19 |
| TiO ₂ | — | — | 0,89 | 1,63 |
| Al ₂ O ₃ | 14,48 | 13,49 | 15,43 | 11,53 |
| Fe ₂ O ₃ | 7,45 | 5,95 | 3,46 | 5,74 |
| FeO | 0,45 | 0,95 | 1,51 | — |
| MnO | — | 0,47 | Spur | 2,00 |
| MgO | 4,30 | 1,98 | 3,04 | 2,72 |
| CaO | 34,28 | 37,49 | 35,81 | 38,34 |
| H ₂ O | — | 1,89 | 0,87 | 0,89 |
| F | — | — | 1,35 | 1,97 |
| | 98,84 | 99,95 | 100,34 ¹ | 100,01 |
| — O = F | | | 0,57 | 0,83 |
| | | | 99,77 | 99,18 |

Bor soll im Vesuvian vom Hamrefeld fehlen (WIDMAN). Ueber die Dichte des Vesuvians finden sich verschiedene Angaben, am genauesten scheinen die von RAMMELSBERG und VOGEL angegebenen Zahlen zu sein, nämlich 3,384 und 3,328.

Die Vesuviankrystalle dieses Fundorts sind die besten, die bis jetzt aus den Kontaktzonen des Kristianiagebiets bekannt sind.

In kristallographischer Beziehung wurde der Vesuvian vom Hamrefeld mehrfach untersucht, am vollständigsten sind die Angaben in v. ZEPHAROVICHs großer Arbeit über Vesuvian (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, math.-naturw. Kl. 49, 1864, p. 115).

Er hat folgende Formen festgestellt: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $\psi\{740\}$, $f\{210\}$, $h\{310\}$, $p\{111\}$, $\delta\{113\}$, $\gamma\{118\}$, $o\{101\}$, $i\{312\}$, $s\{311\}$, $v\{511\}$, $d\{421\}$. Er gibt an, daß zwei Typen von Krystallen vorkommen, erstens flächenreiche, die mitunter alle oben angeführten Formen zeigen, zweitens flächenarme, würfelähnliche, die als Endbegrenzung entweder nur $c\{001\}$ haben, oder außerdem noch $p\{111\}$, $\delta\{113\}$, $\gamma\{118\}$ und $o\{101\}$.

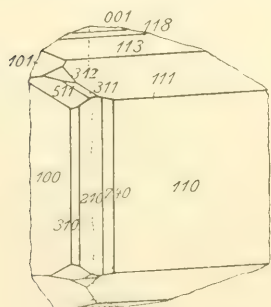


Fig. 65. Vesuvian,
 $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{740\}$,
 $\{210\}$, $\{310\}$, $\{111\}$, $\{113\}$,
 $\{118\}$, $\{101\}$, $\{311\}$, $\{511\}$,
 $\{312\}$, Hamrefeld.

GROTH und BÜCKING (Min. Samml., Straßburg, 1878, p. 200) geben folgende Flächen an: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $f\{210\}$, $h\{310\}$, $t\{331\}$, $p\{111\}$, $\delta\{113\}$, $i\{312\}$, $s\{311\}$, $v\{511\}$, $d\{421\}$, $r\{102\}$, $r\{641\}$.

¹ Inklusive 0,81 Na₂O, 0,18 K₂O, Spur Li₂O.

Außer den oben erwähnten Typen finden sich auch, wenn schon seltener, langprismatische Krystalle mit den Prismen $m \{110\}$, $a \{100\}$, $f \{210\}$.

An einem kleinen Krystallbruchstück des flächenreichen Typus beobachtete ich folgende Formen, die alle schon von v. ZEPHAROVICH angegeben werden: $c \{001\}$, $a \{100\}$, $m \{110\}$, $\psi \{740\}$, $f \{210\}$, $h \{310\}$, $p \{111\}$, $\delta \{113\}$, $\gamma \{118\}$, $o \{101\}$, $s \{311\}$, $v \{511\}$, $i \{312\}$. Die Messungen stimmten auf einige Minuten mit den Werten, die aus v. ZEPHAROVICH'S Achsenverhältnis $a:c = 1:0,537541$ berechnet sind. Das Krystallbruchstück ist auf Fig. 65 wiedergegeben.

Auch in umgewandelten kalkreichen Silurschichten beim Hofe Hamre, am Fuß des Hamrefjeld, ist Vesuvian häufig.

Gunildrud: Gegenüber vom Hamrefjeld auf dem andern Ufer des Sees Ekern liegt die Kontaktzone von Gunildrud; dieselbe ist von BRÜGGER erschöpfend beschrieben. Vesuvian findet sich hier besonders im kontaktmetamorphen Orthocerenkalk begleitet von Granat und Wollastonit. BRÜGGER (»Die silurischen Etagen 2 u. 3« p. 363) gibt zwei Typen von Krystallen an, erstens die Kombination: $c \{001\}$, $a \{100\}$, $m \{110\}$, $f \{210\}$, zweitens flächenreichere Krystalle mit: $c \{001\}$, $a \{100\}$, $m \{110\}$, $f \{210\}$, $\delta \{113\}$, $p \{111\}$, $o \{101\}$, $v \{511\}$, $s \{311\}$, $z \{211\}$, samt noch einen $\{h h l\}$ mit $h > l$.

Die ölgrünen oder braunen Krystalle dieses Fundorts sind gewöhnlich centimetergroß.

Kontaktzonen des Granitits.

Gegend von Konnerudkollen: Hier findet sich Vesuvian an vielen Stellen in kontaktmetamorphen kalkreichen Schichten. BRÜGGER (Zeitschr. d. d. geol. Ges., 28, 1776, p. 69) beschrieb vom Weg zwischen Konnerudkollen und Drammen Vesuviankrystalle, die auf Hohlräumen von obersilurischen Korallen aufgewachsen waren. Sie zeigten die Kombination $c \{001\}$, $a \{100\}$, $m \{110\}$, $p \{111\}$, $t \{331\}$, $o \{101\}$, $s \{311\}$.

Ich fand den Vesuvian am reichlichsten in den Grenzschiefern zwischen den Mergelschiefern des Wenlock (Etage 8) und dem Kalkstein des Ludlow (Etage 9). Diese Vesuvian-führende Schicht läßt sich am Abhang gegen das Drammenstal über

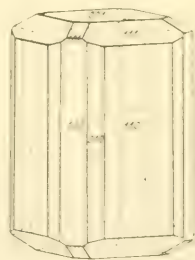


Fig. 66. Vesuvian, $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{210\}$, $\{111\}$, $\{101\}$, Sata, Konnerudkollen.

lange Strecken verfolgen. Am schönsten ist sie in einem der kleinen Schürfe bei Sata aufgeschlossen (0,5 km. westlich von den Gruben am Konnerudkollen). Der Vesuvian dieses Fundorts wird bereits von Th. KJERULF kurz erwähnt. Er findet sich hier in einem Gemenge von Wollastonit, Grossular und Zeolithen, die Krystalle sind meist ringsum ausgebildet und lassen sich leicht aus der lockern Zeolithmasse isolieren, die durch Umwandlung des Wollastonits entstanden ist. Die Größe der dunkel ölgrünen Krystalle schwankt zwischen wenigen Millimetern und mehreren Centimetern. Sie zeigen nur die gewöhnlichsten Formen, nämlich $c \{001\}$, $a \{100\}$, $m \{110\}$, $f \{210\}$, $p \{111\}$, $\delta \{113\}$, $o \{101\}$. Der Habitus ist ein dickprismatischer, vergl. Fig. 66.

Durch die günstige Flächenbeschaffenheit der Basis und der Grundpyramide p eignet sich der Vesuvian von Sata zu einer genauen Feststellung des Achsenverhältnisses. An 4 ausgesuchten kleinen Krystallen erhielt ich folgende Messungen für den Winkel $p:c$

| | | | | |
|-----|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| I | $37^{\circ} 4'$ | $37^{\circ} 12'$ | $37^{\circ} 9'$ | |
| II | $37^{\circ} 8'$ | $37^{\circ} 4'$ | $37^{\circ} 3'$ | |
| III | $37^{\circ} 5'$ | $37^{\circ} 2'$ | $37^{\circ} 5'$ | $37^{\circ} 2'$ |
| IV | $37^{\circ} 7'$ | $37^{\circ} 8'$ | $37^{\circ} 8'$ | $37^{\circ} 10'$ |

Mittel $37^{\circ} 6'$, dieser Wert ist recht niedrig, v. ZEPHAROVICH gibt für Vesuvian an $p:c = 37^{\circ} 7' - 37^{\circ} 14' 30''$.

Das Achsenverhältnis des Vesuvians von Sata ist folgendes:

$$a:c = 1:0,53478.$$

Stellenweise bildet der Vesuvian förmliche Vesuvianschichten, die aus mehr prismatischen Krystallen bestehn. Diese Vesuvianschichten besitzen gewöhnlich eine braune Verwitterungsrinde, bei anfangender Verwitterung bekommen die Vesuviane einen charakteristischen Perlmutterglanz, den ich auch an andern Fundorten beobachtet habe. Dieser Glanz ist offenbar durch ein Aufblättern der Krystalle nach den Spaltflächen von $a \{100\}$ bedingt.

Von Sata aus kann man die Vesuvianschicht bis zu den Gruben am Ostabhang des Konnerudkollen verfolgen, wo sie nahe dem Schurf »Nord-skjærpet« gut aufgeschlossen ist.

Auch an der Ostseite der Verwerfung tritt dieselbe Vesuvianschicht wieder auf, hier aber um 100 Meter gesenkt. Sie ist am Weg zum Kontaktstollen aufgeschlossen.

An allen diesen Stellen wird der Vesuvian von gelblichem Grossular begleitet.

Auch an andern Stellen derselben Gegend ist Vesuvian gefunden. Im mineralogischen Institut befinden sich Stücke von schwarzem Vesuvian mit Granat in Magnetkies vom Kvitberget in Nedre Eker (westlich von Konnerudkollen). Die bis 2 cm. langen Krystalle sind prismatisch entwickelt mit den Formen $m \{110\}$, $c \{001\}$, $a \{100\}$, $p \{111\}$. Die dunkle Farbe rührt nicht nur von Magnetkies-Einschlüssen her, wie ein Dünnschliff zeigt (siehe weiter unten im Abschnitt über die optischen Eigenschaften der Vesuviane).

Auch weiter südlich kommt Vesuvian vor, ich fand ihn in kontakt-metamorphem Silur mit Granat und Wollastonit in einem Schurfe am Fluße Brömsa.

Rien in Sande: Auf der Zinklagerstätte von Rien sind dem körnigen Kontaktmarmor stellenweise abwechselnde Schichten von Wollastonitfels und Grossular-führendem Kalk eingelagert. Wie man im Dünnschliff sieht, liegen eben an der Grenze zwischen Wollastonit- und Grossular-Schichten zahlreiche Körner von Vesuvian. Dies ist eine gute Bestätigung der auf p. 145 abgeleiteten Beziehung, wonach sich Vesuvian als Additionsprodukt von Grossular, Wollastonit und Wasser auffassen läßt.

Glomsrudkollen (Modum): In dem Gebiet von Glomsrudkollen scheint Vesuvian selten zu sein; ich fand nur einzelne gelbliche Krystalle von langprismatischem Habitus in einem der Schürfe. Er wird von farblosem Grossular begleitet.

Hörtekollen: In großer Menge findet sich Vesuvian in der Kontaktzone von Hörtekollen. Die Kalkknollen, die hier dem Tonschiefer und Mergelschiefer der silurischen Etage 4 eingelagert waren, bestehn jetzt größtenteils aus Vesuvian. Dieser bildet teils grobkristallinische Massen, teils ist er mit guten Krystallen gegen Kalkspat begrenzt.

Der Vesuvian wird von Grossular, seltener von Wollastonit begleitet, sehr häufig ist dunkler Epidot. Die Vesuviankrystalle finden sich am schönsten in angewitterten Blöcken unterhalb des steilen Absturzes von Hörtekollen. Man kann wesentlich zwei Typen unterscheiden, pyramidale Krystalle mit den Formen $p \{111\}$ und $c \{001\}$ und prismatische Krystalle, welche die Flächen $m \{110\}$, $a \{100\}$, $f \{210\}$, $c \{001\}$ herrschend zeigen, daneben untergeordnet $p \{111\}$, $o \{101\}$. Die Farbe des Vesuvians ist gewöhnlich ein helles Gelbgrün. Die Krystalle erreichen Dimensionen von 1—2 cm.

Auch auf dem Helvinvorkommen findet man einzelne Vesuviankrystalle mit Wollastonit und Granat in der Silurscholle. Folgt man von Svenskehaugen der Silurgrenze nach Norden, so trifft man in kalkreichen Kontaktgesteinen allenthalben grünen Vesuvian.

Auch weiter südlich im Liertal ist Vesuvian ein ganz gewöhnliches Kontaktmineral, so im obersilurischen Mergelkalk nördlich des Flusses Songa in der Silurmulde von Sjaastad. Hier kleidet er mit Wollastonit und Granat die Hohlräume großer obersilurischer Einzelkorallen aus, analog dem von BRÖGGER beschriebenen Vorkommen bei Drammen (siehe oben).

Optische Studien am Vesuvian.

Durch seine variable Doppelbrechung hat der Vesuvian von jeher die Aufmerksamkeit der Mineralogen auf sich gelenkt. Die Doppelbrechung ist beim Vesuvian ungemein stark dispersiert, so dass er ausgezeichnete Beispiele für anomale Interferenzfarben liefert.

Eine sehr eingehende Arbeit über die anomalen Interferenzfarben der Vesuviane und deren Bedingung durch Dispersion der Doppelbrechung ist vor mehreren Jahren von C. HLAWATSCH veröffentlicht worden (Tschermaks min.-petrogr. Mitt. 21, 1902, p. 105). Die Frage nach der Ursache der anomalen Interferenzfarben beim Vesuvian war damit endgültig gelöst. Wenn ich hier trotzdem noch einige Beobachtungen an Vesuvianen des Kristianiagebiets mitteile, so hat das seinen Grund darin, daß bis jetzt nur sehr spärliche Angaben über den Zonenbau der Vesuviane vorliegen.

Meine Untersuchungen an zonargebauten Vesuviankrystallen (von Aarvold) ergaben, daß optisch negativer und positiver Vesuvian kontinuierlich isomorph mischbar sind, eine Tatsache, die bis jetzt nur indirekt festgestellt war. Die Messungen der Doppelbrechung sind mit dem Babinet-Kompensator ausgeführt.

Ehe ich aber zur Beschreibung einzelner Schläffe übergehe, möchte ich einige allgemeine Bemerkungen über die Messung der Doppelbrechung vorausschicken.

Die Untersuchung dicker Vesuvianschläffe mit dem Babinet-Kompensator bietet sehr große Schwierigkeiten. Bei der außerordentlich starken Dispersion der Doppelbrechung ist es, worauf schon HLAWATSCH aufmerksam gemacht hat, unmöglich in weißem Licht den Kompensationsstreifen zu erkennen. Ein eigentlicher Kompensationsstreifen existiert für weißes Licht nur bei Anwendung von ganz dünnen Schläffen, bei dicken Platten bekommt man ein weit ausgedehntes Kompensationsgebiet.

In solchen Fällen, wo der Kompensationsstreifen schwer zu erkennen ist, wendet man gewöhnlich die Methode an, den Streifen über eine keilförmige Partie des Schläffes in die Ruhestellung zu verfolgen. Diese sehr praktische Methode versagt bei vielen Vesuvianen, weil noch der Zonenbau dazu kommt. Bei den Vesuvianen von Aarvold (Vorkommen 1) ist der

Zonenbau mit seinen vielen Diskontinuitäten so kompliziert, daß es keineswegs leicht ist, die Methode des keilförmigen Randes anzuwenden. Gewöhnlich ist man daher genötigt, die Beobachtungen an dicken und dünnen Schliffen zu kombinieren, am einfachsten geschieht das, wenn man einen dicken Schliff untersucht und ihn dann abschleift, bis er niedrige Farben der ersten Ordnung zeigt. An dem dicken Schliff erhält man die Form des Kompensationsstreifens, an dem dünnen Schliff kann man die absolute Größe der Doppelbrechung bestimmen.

Bei der sehr schwachen Doppelbrechung mancher Vesuviane hält es oft schwer, im Kompensator zu bestimmen, nach welcher Seite der Kompensationsstreifen verschoben ist, ob also der betreffende Vesuvian positiv oder negativ ist. In solchen Fällen kann man aber direkt aus der Interferenzfarbe zwischen gekreuzten Nikols das Vorzeichen der Doppelbrechung erkennen, ohne ein Gipsblättchen oder den Kompensator anzuwenden. Hierzu kommt man durch folgende Überlegung: 1) Durch die starke und stets gleich gerichtete Dispersion der Doppelbrechung beim Vesuvian ist der Kompensationsstreifen im Babinet-Kompensator bei Anwendung von weißem Licht farbig gesäumt, und zwar sind die Farben von einer Seite zur andern grün, braungrün, schwarz, violett. 2) Ist der Babinet-Kompensator (im weißen Licht) so aufgestellt, daß der schwarze Kompensationsstreifen durch den Mittelpunkt des Gesichtsfeldes geht, und bringt man sodann eine doppelbrechende Platte in das Gesichtsfeld, so zeigt die Stelle, an welcher früher der Kompensationsstreifen war, diejenige Interferenzfarbe, welche die Krystallplatte allein zwischen gekreuzten Nikols zeigen würde. 3) Betrachten wir den Fall einer ganz dünnen Vesuvianplatte, welche die niedrigsten Interferenzfarbe am Anfang der ersten Ordnung zeigt. Durch diese Vesuvianplatte wird der Kompensationsstreifen im Babinet-Kompensator nur um ein Geringes aus seiner Ruhelage verschoben. Nach 1 ist dieser Kompensationsstreifen farbig gesäumt, daher wird bei einer ganz geringen Verschiebung entweder die violette oder die grüne Seite in den Mittelpunkt des Gesichtsfeldes kommen. In ersterem Fall ist der Vesuvian positiv, im zweiten Fall negativ (dies folgt aus dem erfahrungsgemäß stets gleichen Sinn der Dispersion der Doppelbrechung). Nun wird also bei einer ganz dünnen Vesuvianplatte der Mittelpunkt des Gesichtsfeldes im Babinet-Kompensator entweder grün oder violett erscheinen, durch Umkehrung von Satz 2 folgt dann, daß optisch positive Vesuviane als niedrigste Interferenzfarbe (statt Grau erster Ordn.) Violett zeigen, negative Vesuviane je nach der absoluten Stärke der Doppelbrechung Grün, Braun

grün oder Braun. Dazwischenliegende Vesuvianmischungen zeigen ein schwer definierbares fast schwarzes Purpurbraun, diese sind für Licht mittlerer Wellenlänge isotrop.

Aus der Farbe von Vesuviankrystallen in Dünnschliffen zwischen gekreuzten Nikols kann man also ohne Anwendung des Gipsblättchens das Vorzeichen der Doppelbrechung erkennen.

Im folgenden sollen die Vesuviane in derselben Reihenfolge besprochen werden, wie im vorigen Abschnitt.

Kontaktzonen des Essexits.

Der gelbe Vesuvian von Viksbergene zeigt nur eine sehr geringe Doppelbrechung. Im gewöhnlichen Dünnschliff erscheint er (ohne Anwendung des Gipsblättchens) absolut isotrop. An dickeren Schliffen erkennt man zonaren Aufbau, indem mit der isotropen Substanz dünne Schichten abwechseln, von denen einige positiv sind, einige negativ. Die Dispersion der Doppelbrechung scheint bei diesem Vorkommen entschieden geringer zu sein, als bei den gewöhnlichen Vesuvianen.

Kontaktzonen des Akerits und Larvikit-Monzonits.

Vesuvian aus einer Wollastonit-Grossular-Masse vom Barnettjern, Vettakollen, war negativ doppelbrechend; im Dünnschliff zeigte er niedrige grünliche Interferenzfarben (statt Grau der ersten Ordnung).

Vesuvian aus Hornfels der Klasse 10 zwischen Slagtern und Svartorsæteren in Nordmarken besaß zonaren Aufbau aus abwechselnd positiven und negativen Schichten, erstere mit Blauviolett statt Grau der ersten Ordnung, letztere mit olivengrüner Interferenzfarbe im Dünnschliff.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Am eingehendsten wurden Vesuviankrystalle vom Axinitvorkommen im Aarvoldstal (Ostseite) untersucht.

1) Die großen Krystalle vom oberen Teil der Silurscholle (siehe p. 427). Schnitte parallel (110), durch die Mitte des Krystalls gelegt, zeigten sehr ausgesprochenen Zonenbau. Als typisches Beispiel sei Schnitt No. 5 abgebildet der einem 12 mm. dicken Krystal entnommen ist, Kombination $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{101\}$. Auf der Zeichnung (Fig. 67) sind die Stellen mit niedrigster Interferenzfarbe dunkler gehalten als die andern. Die Dicke der Platte wurde mit der Mikrometer-

schaube des Mikroskoptubus gemessen, scheinbare Dicke 0,0386 mm., wahre Dicke 0,0655 mm.

Wie man aus der Zeichnung ersieht, besteht der Krystall aus sechs Schichten von denen die sechste (und teilweise die vierte) eine weitere Gliederung zeigt. Innerhalb jeder einzelnen Schicht ist die Doppelbrechung auch nicht konstant, sondern ändert sich kontinuierlich, während die Aenderung an der Grenze zweier Schalen sprungweise erfolgt.

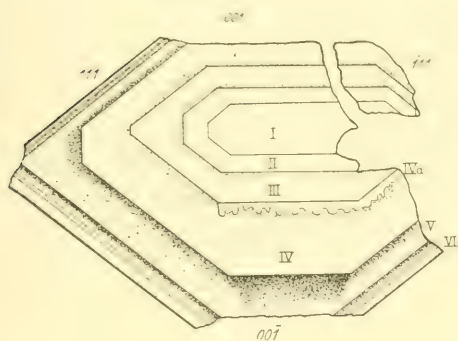


Fig. 67.

Zonargebauer Vesuviankrystall. Dünne Platte parallel (110) (No. 5). Aarvold. Dreifache Vergrößerung.

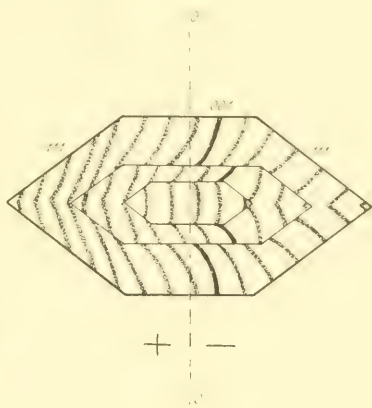


Fig. 68.

Zonargebauer Vesuviankrystall im Babinet-Kompensator. Dicke Platte parallel (110) (No. 1), Aarvold. Fünffache Vergrößerung.

Diese Art des Zonenbaus gibt Anlaß zu eigentümlichen Erscheinungen im Babinet-Kompensator. Der Kompensationsstreifen erscheint in einzelne Stücke zerrissen, entsprechend dem diskontinuierlichen Schalenbau des Krystalls. Innerhalb der einzelnen Schalen verläuft der Kompensationsstreifen nicht geradlinig, wie bei homogenen Krystallen, sondern beschreibt eine Kurve, die von der kontinuierlichen Aenderung der Doppelbrechung bedingt ist. Alle farbigen Streifen zu beiden Seiten des Kompensationsstreifens folgen kongruent der Form des letztern. Die Farben der gekrümmten farbigen Streifen entsprechen den anomalen Interferenzfarben des Vesuvians.

Auf Fig. 68 ist ein solcher Vesuviankrystall abgebildet, wie er im Babinet-Kompensator erscheint. Es ist ein kleiner Krystall (Schnitt No. 1), der nur drei Einzelschichten enthält. Der Kompensationsstreifen (für Na-Licht) ist dunkler gezeichnet als die farbigen Streifen, die Ruhelage des Kompensationsstreifens ist durch eine punktierte Linie angedeutet. Die Krümmung der farbigen Streifen erscheint an beiden Enden der Platte verschieden stark, dies hat seinen Grund in der Polarität des Babinet-Kompensators, wie eine einfache Ueberlegung zeigt.

Die Interferenzfarben, welche die Platte No. 5 (Fig. 67) zwischen gekreuzten Nikols zeigt, sind folgende (alle entsprechen der ersten Ordnung) in der Reihenfolge von innen nach außen:

Schicht I Gelb der ersten Ordnung.

II Weiß

— III { Innen Grünlichweiß.
Außen Weiß.

— IV Grünlichweiß.

V { Innen Blau (= niedrigstes Grau der ersten Ordnung).
Braunviolett (isotrop für Licht mittlerer Wellenlängen).
Mitte Grünbraun (= niedrigstes Grau der ersten Ordnung).
Außen Grünlichweiß.

— VI Abwechselnd Braunviolett, Grünbraun und Grünlichweiß.

Es mag noch bemerkt werden, daß die Schicht V eine deutliche Sanduhrstruktur zeigt, indem der Anwachskegel von (001) gegenüber denen von (111) und (111) eine »positivere« Doppelbrechung besitzt. Es ist überhaupt eine allgemeine Erscheinung, daß die Anwachskegel der Basis am »positivsten« sind, ich habe dies an vielen Vorkommen beobachtet, nur in wenigen Fällen ist der Sinn der Sanduhrstruktur entgegengesetzt. Sehr ausgesprochen sieht man bei dem eben beschriebenen Krystall No. 5, daß der Kern bedeutend stärker negativ doppelbrechend ist als die Hüllen. Auch das habe ich bei so gut wie allen von mir untersuchten Vesuvianen wieder gefunden; oft trifft man außerhalb der schwach doppelbrechenden Hülle übrigens eine neue Schicht stark negativer Substanz.

Die Doppelbrechung der Platte No. 5 wurde mit dem Babinet-Kompensator an der Verschiebung des Kompensationsstreifens gemessen. Leider stand mir kein Okularspektroskop und auch kein Monochromator zur Verfügung, so daß ich keine genauen Messungen der Dispersion der Doppelbrechung ausführen konnte. Die Messungsreihe A wurde durch Einstellung auf den grünen Rand des Kompensationsstreifens erhalten, sie gibt ein ungefähres Maß für $(\gamma - \alpha)_\varphi$. Bei der Berechnung wurde die Babinetkonstante für $\lambda = 0,000636$ mm. benutzt. Die Messungsreihe B wurde durch Einstellung auf den mittlern, dunkelsten, Teil des Kompensationsstreifens erhalten, sie entspricht der Doppelbrechung für Licht mittlerer Wellenlänge, bei der Berechnung wurde die Babinetkonstante für Natriumlicht benutzt. Die Messungsreihe C wurde durch Einstellung auf den violetten Rand des Kompensationsstreifens erhalten, sie gibt ein ungefähres Maß der Doppelbrechung für blaues Licht, bei der Berechnung wurde die Babinetkonstante für $\lambda = 0,000450$ mm. benutzt.

| | | A | B | C |
|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|
| Zone I | { Innen | 0,0064 | 0,0051 | 0,0038 |
| | { Außen | 0,0067 | 0,0054 | 0,0041 |
| Zone II | { Innen | 0,0051 | 0,0038 | 0,0027 |
| | { Außen | 0,0059 | 0,0048 | 0,0034 |
| Zone III | { Innen | 0,0032 | 0,0021 | 0,00091 |
| | { Außen | 0,0042 | 0,0033 | 0,0025 |
| Zone IV | { Innen | 0,0038 | 0,0022 | 0,00097 |
| | { Außen | 0,0040 | 0,0026 | 0,0011 |
| Zone V | { Innen | 0,00077 | + 0,00027 | + 0,0013 |
| | { Außen | 0,0034 | 0,0022 | 0,00058 |
| Zone VI a | { Innen | 0,0023 | 0,00096 | + 0,00024 |
| | { Maximum | 0,0038 | 0,0028 | 0,0017 |
| | { Außen | 0,0037 | 0,0026 | 0,0011 |
| Zone VI b | { Innen | 0,0040 | 0,0028 | 0,0019 |
| | { Minimum | 0,0034 | 0,0023 | 0,0013 |
| | { Außen | 0,0040 | 0,0028 | 0,0019 |
| Zone VI c | { Innen | 0,0041 | 0,0029 | 0,0016 |
| | { Außen | 0,0036 | 0,0026 | 0,0015 |

Die Zone IV a (siehe Fig. 67) besteht aus Zapfen, die der Zone III aufgesetzt sind und $B = 0,0027$ haben, diese Zapfen sind nur an einer Seite des Krystals gebildet worden. Im Babinet-Kompensator sieht man, wie der Kompensationsstreifen innerhalb der einzelnen Schichten kontinuierlich ist, an der Grenze zwischen zwei Zonen aber einen Sprung macht. Dies ist am schönsten bei dicken Schliffen zu sehen. Ich habe die Werte für A, B und C als Ordinaten für Kurven aufgetragen, deren Abscisse die Centraldistanz der betreffenden Schicht in Millimetern ist. Das Diagramm (Fig. 69) zeigt uns also den Gang der Doppelbrechung in dem zonargebauten Krystall, das Diagramm entspricht einer vertikalen Linie vom Centrum der Zone I bis zur Fläche (001), wozu noch die nur an den Flächen {111} erhaltene Zone VI zugefügt ist.

An diesen Kurven sind mehrere charakteristische Eigentümlichkeiten ersichtlich. Die Dispersion der einzelnen Schichten ist stets gleichsinnig, d. h. $q > v$ für negativen Vesuvian, $q < v$ für positiven. Auf dem Diagramm ist die absolute Größe der Dispersion übertrieben dargestellt. Im Babinet-Kompensator äußert sich der gleiche Richtungssinn der Dispersion derart, daß die Reihenfolge der anomalen Interferenzfarben für alle Vesuvian-schichten dieselbe ist. Ferner sieht man aus den Kurven für Zone V, daß optisch positiver und optisch negativer Vesuvian kontinuierlich mischbar

sind, eine Tatsache die ILAWARSCHE schon auf indirektem Wege nachgewiesen hat, indem er Doppelbrechung und Dispersion *verschiedener* Vesuviane maß.

In Schicht V kann man kontinuierlich den Uebergang zwischen positiver und negativer Doppelbrechung verfolgen, wie derselbe sukzessive für die einzelnen Farben stattfindet.

Andere Vesuviankrystalle desselben Typus von Aarvold zeigten einen ganz analogen Zonenbau und ergaben bei der Messung mit dem Kompensator ähnliche Werte für die Doppelbrechung der einzelnen Schichten. Mit Hilfe derartiger Diagramme, wie Fig. 69, gelang es leicht festzustellen, welche Zonen der verschiedenen einzelnen Krystalle einander entsprachen.

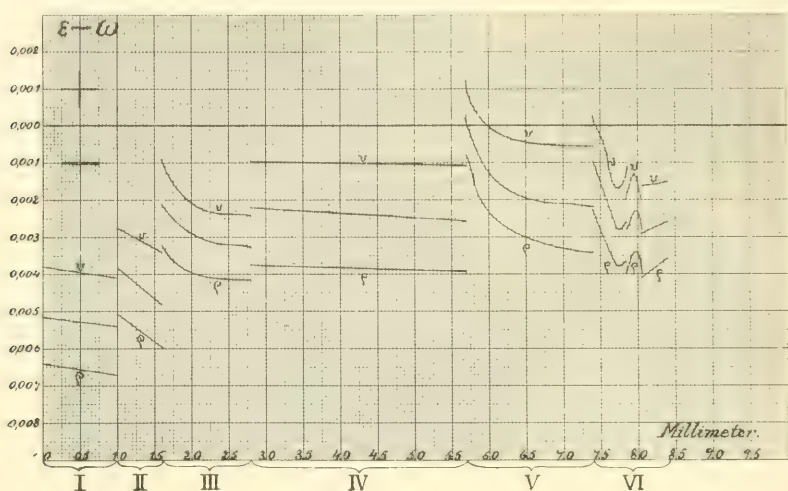


Fig. 69.

Doppelbrechung des zonengebauten Vesuvians von Aarvold (Platte No. 5).

Die großen Krystalle zeigten alle dieselben sechs Schichten, wie sie die Platte No. 5 aufwies, kleine Krystalle derselben Paragenesis zeigten nur die drei innersten Schichten. Das Wachstum der kleinen Krystalle scheint demnach früher beendet gewesen zu sein, als das der großen. In Gesteinsdünnschliffen erkennt man bei allen Krystallen sehr deutlich den Unterschied zwischen dem stark negativen Kern und den schwächer negativen Hüllen. Die Dispersion der Doppelbrechung ist bei allen negativen Vesuvianen $\rho > v$.

Ich möchte noch auf eine Fehlerquelle aufmerksam machen, die sich einstellen kann, wenn man mit dem Babinetkompensator die Doppelbrechung von isomorph geschichteten Substanzen mißt. Es ist dies die Veränderung des Doppelbrechungsdiagramms, die eintritt, wenn mehrere Schichten einander teilweise überlagern. Dann können die Diskontinuitätsstellen verschwinden, und man bekommt eine zusammenhängende Kurve.

Dies ist auf Fig. 70 dargestellt; *a* ist die scheinbare Kurve der Doppelbrechung, *b* ist die wirkliche. Die Kurven entsprechen den drei innersten Schichten einer Krystallplatte (No. 2), welche diesen Fehler sehr typisch zeigte. Man sieht deutlich das scheinbare Verschwinden der Diskontinuitätsstellen zwischen I und II und zwischen II und III.

Die Vesuviankrystalle der hier beschriebenen Typen sind gewöhnlich ungestört einachsigt. Basisschnitte sind zwischen gekreuzten Nikols größtenteils dunkel, nur wenige Stellen zeigen sich zweiachsigt und zwar sind dies eben die Zonen stärkster isomorpher Schichtung.

Dicke Platten dieses Vesuvians sind deutlich pleochroitisch. Am negativen Vesuvian fand ich: γ grüngelb, α bräunlich, fast farblos. Bei den positiven Schichten ist α etwas dunkler bräunlich. Im Dünnschliff ist der Vesuvian gelblich oder fast farblos, Pleochroismus hier meist gar nicht wahrnehmbar.

Der merkwürdige Zonenbau des Vesuvians von Aarvold, wie er sich im Doppelbrechungsdiagramm darstellt (und wie man ihn im Babinet-Kompensator direkt sieht), hat seinen Grund natürlich in verschiedener Zusammensetzung der einzelnen Schichten. MATS WEIBULL (Z. K. 25, 1896, p. 37) vermutet, daß vorzugsweise *Borsäure*-haltige Vesuviane positiv doppelbrechend seien. Bei dem Vesuvian von Aarvold, der zusammen mit dem Borosilikat Axinit vorkommt, erscheint ein Gehalt an Borsäure nicht unwahrscheinlich. Man könnte dann die Doppelbrechungsdiagramme (z. B. Fig. 69) derart interpretieren, daß bei der intermittierenden Krystallisation des Vesuvians die zuerst krystallisierenden Teile jeder Schicht am reichsten an Borsäure waren. Es scheint aber, daß auch manche Borsäure-freie Vesuviane optisch positiv sind, der Vesuvian vom Hamrefjeld soll frei von Borsäure sein, enthält aber deutlich positive Schichten.

2) Die flachen Vesuviankrystalle aus dem Hornfels der Klasse 10 (Fig. 62) wurden ebenfalls untersucht. Auch bei diesen zeigt sich der Gegensatz zwischen einem stark negativen Kern und einer schwächer doppelbrechenden Hülle, positive Zonen wurden aber nie beobachtet. Als Beispiel sei ein Schnitt parallel (110) durch die Mitte eines Krystalls beschrieben. Der Krystall zeigte die Kombinationen $\{110\}$, $\{100\}$, $\{210\}$, $\{001\}$, $\{111\}$, $\{101\}$. Der größte Durchmesser des Krystalls war

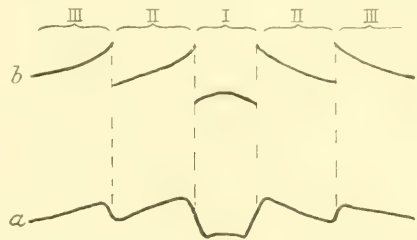


Fig. 70. Kompensationsstreifen beim Vesuvian von Aarvold (Platte No. 2) bei teilweiser Ueberlagerung der Schichten.

4 mm. Der Schliff ist auf Fig. 71 dargestellt, die Stellen niedrigster Interferenzfarbe sind durch Punktierung bezeichnet. Die einzelnen Schichten zeigten folgende Interferenzfarben zwischen gekreuzten Nikols:



Fig. 71.

Zonargebauer Vesuviankrystall. Dünne Platte parallel (110), Aarvold.
Vierzehnfache Vergrößerung.

Schicht I Intensives Gelb erster Ordnung.

— II Helleres Gelb erster Ordnung.

— III Weiß erster Ordnung.

— IV Grünlichweiß erster Ordnung, der grüne Ton ist am stärksten im innersten Teile der Schicht.

— V Gelb der ersten Ordnung, links unten ist die Schicht von einzelnen Streifen durchzogen, die Grünlichweiß der ersten Ordnung zeigen.

Die Dispersion der Doppelbrechung ist $q > v$.

3) Die stengeligen Vesuviankrystalle (Fig. 63). Während die unter 1) und 2) beschriebenen Krystalle eine entschiedene Aehnlichkeit in der Art des Zonenbaus zeigten, verhalten sich die stengeligen Krystalle im Granatfels ganz abweichend. Ein ausgesprochener Schichtenbau ist nicht vorhanden, die Doppelbrechung ist zwar nicht völlig gleich für den ganzen Krystall, aber die Unterschiede sind meist gering und äußern sich meist in einer fleckigen Farbenverteilung zwischen gekreuzten Nikols. Der Charakter der Doppelbrechung ist stets negativ. Nur andeutungsweise beobachtet man im Kern stärkere negative Doppelbrechung als in der Hülle. In einem Dünnschliff bestimmte ich die Doppelbrechung für q und v unter Benutzung von rotem und blauem Glas; $\lambda q = 0,000636$ mm., $\lambda v = 0,000459$ mm.

$$(\gamma - \alpha)q = 0,0045$$

$$(\gamma - \alpha)v = 0,0042.$$

Also wie gewöhnlich Dispersion der Doppelbrechung $q - v$. Dem optischen Verhalten nach entsprechen diese Krystalle dem Kern der andern Typen.

4) Vesuviankrystalle aus dem Nordmarkit der Grenzzone. Ein Krystall mit $\{110\}$, $\{100\}$ und $\{001\}$ wurde zu einem Dünnschliff $\{110\}$ verwendet. Alle Teile des Krystalls sind deutlich negativ. Der Kern ist recht einheitlich und hat mäßig starke Doppelbrechung, etwa entsprechend Zone IV bei Platte I, No. 5 (Fig. 67). Eine dünne Schicht auf der Basisfläche zeigt an beiden Enden des Krystalls eine höhere negative Doppelbrechung. Auch eine dünne Lamelle, die parallel $\{111\}$ dem Kern eingelagert ist, zeigt eine etwas stärkere Doppelbrechung.

Der Vesuvian von Rodelökken, Stadt Kristiania, hat einen Kern mit recht starker negativer Doppelbrechung, darüber kommt eine breite einheitliche Hülle, die zwar noch negativ ist, aber ein niedriges Grünlichgrau als Interferenzfarbe zeigt, während der Kern Weiß der ersten Ordnung hat.

Der Vesuvian vom Dalstjern im Elsjölfeld, Hakedal, besitzt einen ziemlich homogenen Kern mit starker negativer Doppelbrechung, darauf folgt eine Hülle, die aus zahlreichen abwechselnden dünnen Schichten aufgebaut ist. Diese zeigen teils sehr schwache negative Doppelbrechung (grünbraune Interferenzfarbe im Dünnschliff), teils stimmen sie mit der Substanz des Kerns überein.

Diese Art des Zonenbaus ist überhaupt sehr häufig bei den Vesuvianen in Kontaktgesteinen des Kristianiagebiets. Fast immer ist ein einheitlicher Kern mit ausgesprochen negativer Doppelbrechung nachweisbar, auf diesen folgen Hüllen, die teils sehr schwach negativ doppelbrechend sind, teils sogar positiv. Als allerletzter Absatz folgt dann öfters eine Hülle mit den optischen Eigenschaften des Kerns.

Ferner untersuchte ich Krystalle von der Grenze zwischen einer Grossular-Graphit-Masse und Wollastonit aus dem westlichen Teil des Elsjölfeldes. Kern ausgesprochen negativ, erste Hülle schwächer doppelbrechend, negativ mit grünlichem Grau der ersten Ordnung, zweite Hülle wie der Kern. Sanduhrstruktur ist recht ausgeprägt; bei den prismatischen Krystallen ist der Anwachskegel der Basis reicher an kohligen Einschlüssen, als die übrigen Teile des Krystalls. Der Anwachskegel der Basis ist ein wenig stärker negativ doppelbrechend, als der Rest des Krystalls.

Kontaktzonen des Natrongranits.

Das Vorkommen vom Hamrefjeld ist schon früher optisch untersucht worden. H. ROSEBUSCH (Mikr. Phys., vierte Aufl. 1905, Bd. I, 2, p. 68) gibt an, daß er zonargebaut ist, derart, daß an demselben Krystall positive und negative Schichten vorkommen. Diese Beobachtung kann ich bestätigen. Ich untersuchte einen Krystall der Kombination $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{210\}$, $\{111\}$,

$\{113\}$, $\{118\}$, $\{101\}$; ein Schnitt parallel (110) wurde durch die Mitte des Krystalls gelegt.

Auf einen Kern mit relativ starker negativer Doppelbrechung folgen zahlreiche dünne Schichten mit abwechselnd schwacher und starker Doppelbrechung. Besonders bemerkenswert ist, daß unter den schwach doppelbrechenden Schichten mehrere ausgesprochen positiv sind. Sie zeigen die normale niedrigste Interferenzfarbe positiver Vesuviane, nämlich ein dunkles Violett oder Blau. Der positive Charakter läßt sich leicht durch das Gipsblatt mit Rot erster Ordnung konstatieren.

Neben dem Zonenbau zeigt der Krystall eine schöne Sanduhrstruktur mit verschiedenen Interferenzfarben in den Anwachskegeln verschiedener Flächen. Die positive Doppelbrechung ist am stärksten in dem Anwachskegel der Basis.

Der Vesuvian von Gunildrud hat ebenfalls einen ausgesprochen negativen Kern, auf den dünne Schichten mit abwechselnd schwacher und starker Doppelbrechung folgen. Erstere zeigen statt Grau der ersten Ordnung die bei negativen Vesuvianen so häufige grünlichbraune Interferenzfarbe. In dem von mir untersuchten Krystall (Kombination $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{210\}$, $\{111\}$, $\{101\}$, $\{311\}$) kamen nur negative Schichten vor.

Kontaktzonen des Granitits.

Der Vesuvian von Sata zeigte im Dünnschliff ein ganz ähnliches Bild, wie der von Gunildrud. Auf einen ausgesprochen negativen Kern folgen abwechselnd schwach und stark doppelbrechende Schichten. Optischer Charakter immer negativ, die schwach doppelbrechenden Schichten zeigten das so häufige Grünbraun der ersten Ordnung. Schnitte parallel der Basis lassen in schmalen Zonen anomale Aufhellung erkennen.

Vesuviane aus derselben Schicht bei den Gruben am Ostabhang von Konnerudkollen wurden in mehreren Dünnschliffen untersucht. Die Doppelbrechung erwies sich als sehr schwach, teils negativ mit grünbraunen Interferenzfarben, teils positiv mit blauen. Die Anwachskegel der Basis zeigen auch hier den positiven Charakter am stärksten. Manchmal beobachtet man auch im Dünnschliff deutlichen Pleochroismus mit α gelbgrün, γ farblos.

Der dunkle Vesuvian von Kvitberget in Eker zeigt einen recht ungewöhnlichen Zonenbau. Der Kern I und die äußerste Hülle III sind ziemlich stark gelb gefärbt und zeigen die gewöhnliche negative Doppelbrechung der Vesuviankerne. Dazwischen befindet sich eine Schicht (II), die in gewöhnlichem Licht grau durchsichtig ist und äußerst schwache negative

Doppelbrechung zeigt. Dieser grauen Schicht sind einzelne schmale Schichten von intensiv orangegelber Farbe eingelagert, die auch ganz schwach negativ doppelbrechend sind. Trotz der starken Eigenfarbe zeigt keine der Schichten merkbaren Pleochroismus. Auf Fig. 72 habe ich den untersuchten Dünnschliff abgebildet. Der betreffende Krystall zeigte die Kombination $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{111\}$.

Der Vesuvian von Brömsa ist negativ mit niedrigen grünbraunen Interferenzfarben.

Der Vesuvian von Hörtekoilen (aus dem Lakkolithendach gerade über dem Helvinorkommen) erwies sich als deutlich zonargebaut.

Kern ausgesprochen negativ, Hülle schwächer doppelbrechend, aber ebenfalls negativ (mit niedriger grüner Interferenzfarbe im Dünnschliff).

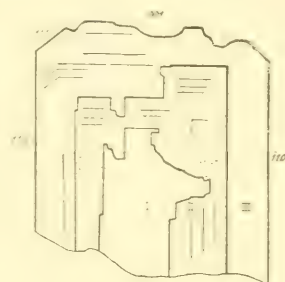


Fig. 72. Zonargebauter Vesuviankrystall. Dünne Platte parallel (110), Kvitberget. Zehnfache Vergrößerung.

Turmalin.

Der Turmalin ist in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets auffallend spärlich vorhanden. Man kennt ihn als Drusenmineral des Granitits, derart fand ihn Prof. BRÖGGER z. B. bei Lahelle am Drammensfjord. In Kontaktgesteinen kommt er meist in ganz geringer Menge vor und ist oft nur im Dünnschliff nachweisbar. Ich fand ihn in folgenden Gesteinen.

Kontaktzonen des Essevits.

In einigen Hornfelsen der Klasse 4 (vergl. p. 161) von Sölvberget (Hadeland) fand ich ganz vereinzelt Turmalinkörner. Pleochroismus sehr stark: γ grünblau, α farblos.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

In einem Hornfels der Klasse 3 (vergl. p. 155) aus der Gegend von Aarvold kommt Turmalin als Seltenheit vor. Die dünnen Prismen zeigen folgenden Pleochroismus: γ nußbraun, α fast farblos.

In einem Hornfels der Klasse 5 von Kalbakken bei Grorud fand sich Turmalin in etwa 0,5 mm. langen Prismen, welche folgenden Pleochroismus zeigten: γ sepiabraun, α hell bräunlich.

In dem Cordierithornfels von Melby Sæter (vergl. p. 152) kommt Turmalin stellenweise ziemlich reichlich vor. Die dickprismatischen Krystalle erreichen eine Länge von mehreren Millimetern. Pleochroismus stark: γ intensiv rotbraun, α hell gelbbraun.

Kontaktzonen des Natrongranits.

In einem von mir untersuchten Hornfels von Hvamsal, Klasse 4 (vergl. p. 166) kommt Turmalin in recht großer Menge vor. Die etwa 0,1 mm. langen Nadeln sind gut idiomorph. Starker Pleochroismus: γ braun, α farblos. Es gelang leicht, den Turmalin aus dem Gesteinspulver mit Flußsäure zu isolieren.

Kontaktzonen des Granitits.

Auf einigen der Kontaktlagerstätten kommt Turmalin in geringer Menge vor.

Ich fand ihn in den Gruben von Konnerudkollen in schmalen granitischen Adern, die dunkeln, biotitreichen Diabashornfels durchsetzen. Die aplitischen Adern bestehn wesentlich aus Orthoklas, von dunkeln Mineralien finden sich grüner Amphibol samt Turmalin (nur im Dünnschliff nachgewiesen). Pleochroismus des Turmalins: γ grünlichblau, α farblos.

Zusammen mit Axinit findet sich Turmalin in einer der Eisengruben von Nikkerud, südwestlich von Konnerudkollen. Eine Axinitstufe von dort (siehe Axinit) enthielt im Kalkspat eingewachsen zahlreiche kurzprismatische Turmalinkrystalle. Dieselben zeigten zonaren Aufbau mit folgendem Pleochroismus:

Kern : . . γ graublau, α farblos

Hülle . . γ braun, α hell bräunlich.

Auf dem Magnetit-Helvin-Vorkommen von Hörtekollen fand ich schwarzen Turmalin mit Quarz als Füllung von Spalten. Pleochroismus in dünnen Schnitten: γ blaugrau oder sepiabraun, α hell gelblich.

Ferner sei hier noch ein Turmalinvorkommen aus der Kontaktzone am Langesundsfjord erwähnt. Herr Prof. BRÖGGER fand schwarzen Turmalin in umgewandelten Kalkknollen, welche dem kontaktmetamorphen obersilurischen Tonschiefer der Insel Arö eingelagert sind. Die Krystalle erreichen eine Größe von 8 cm., sie sind dadurch bemerkenswert, daß der vorherrschende Habitus ein flachrhomboëdrischer ist, seltener sind kurzprismatische Krystalle. Ich hoffe, später eine ausführliche Beschreibung dieses Mineralvorkommens geben zu können.

Axinit.

Axinit gehört zu denjenigen Kontaktmineralien, die durch die Prozesse der metasomatischen Pneumatolyse gebildet sind. Die Anzahl der Vorkommen im Kristianiagebiet ist bis jetzt eine sehr geringe, zwei Vorkommen gehören zu den Kontaktprodukten des Nordmarkits, eins zu denen des Granitits.

Kontaktzonen des Nordmarkits.

Zwei Vorkommen von Axinit liegen im Tal von Aarvold, nordöstlich von Kristiania. Zuerst (1907) fand ich das Vorkommen an der Ostseite des Tals, das im geologischen Teil ausführlich beschrieben ist (vergl. p. 29—31); die Kalkscholle von Aarvold hat außer Axinit noch zahlreiche andre interessante Mineralien geliefert.

Der Axinit kommt in zwei verschiedenen Abarten vor, teils in einzelnen, hell citronengelben Krystallen und Aggregaten solcher, teils in blättrigen gelbgrünen Massen.

Die gelbe Farbe ist für Axinit sehr ungewöhnlich; sie ist bis jetzt nur einmal beobachtet worden, und zwar an Axinit von Franklin, New Jersey. Es ist bemerkenswert, daß auch auf der Lagerstätte von Franklin neben krystallisiertem gelben Axinit grüne blättrige Massen desselben Minerals vorkommen.

Die Analogie erstreckt sich auch auf die chemische Zusammensetzung, indem beide Vorkommen einen fast reinen Manganoaxinit vorstellen (vergl. W. T. SCHALLER, Z. K. 48, 1910, p. 148).

An ausgesuchtem, sehr reinem Material des gelben Axinits bestimmte ich die Dichte, ich fand

| | | |
|------------------------------------|-------|-----------------|
| an 3,4112 g. bei 23° C. die Dichte | 3,332 | } Mittel 3,334. |
| an 3,5489 g. bei 22° C. die Dichte | 3,335 | |

Eine Bestimmung an einer kleineren Substanzmenge (1,7420 g.) ergab bei 16° C. die weniger genaue Zahl 3,337.

An demselben Material habe ich eine Analyse ausgeführt, ich fand die unter I angeführten Zahlen. Zum Vergleich ist unter II die Zusammensetzung der gelben Krystalle von Franklin (Dichte 3,358) wiedergegeben (Analyse von GENTH, Am. Journ. 41, 1891, p. 394, mit der Wasserbestimmung von FORD, Am. Journ. 15, 1903, p. 195), III ist die theoretische Zusammensetzung des Manganoaxinits (siehe weiter unten).

| | I | II | III |
|--|---------------------|-------------|--------|
| SiO ₂ | 41,99 | 42,77 | 42,27 |
| Al ₂ O ₃ | 16,32 | 16,73 | 17,91 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,62 | 1,03 | — |
| MnO | 12,86 | 13,69 | 12,44 |
| MgO | 0,07 | 0,23 | — |
| ZnO | Spur? | 1,48 | — |
| CuO | fehlt | 0,12 | — |
| CaO | 20,14 | 18,25 | 19,67 |
| H ₂ O | 1,87 | 1,29 | 1,58 |
| F | Spur | nicht best. | — |
| B ₂ O ₃ | (5,13) ¹ | 5,10 | 6,13 |
| | 100,00 | 100,69 | 100,00 |

¹ Aus der Differenz berechnet.

Ich habe den gesamten Eisengehalt als Oxyd in Rechnung gebracht. Das Mangan wurde in einer besondern Probe durch Titration bestimmt. Die gewichtsanalytische Bestimmung mit Wasserstoffsuperoxyd gibt bei der Gegenwart von viel Kalk etwas zu hohe Werte, ich fand nach zweimaliger Trennung auf diese Weise 14,03 $\frac{1}{10}$ MnO. Das Wasser wurde direkt bestimmt, indem ich das Mineral im Platinaschiffchen mit Alkalikarbonat aufschloß. Fluor kann nur in geringen Spuren zugegen sein, als Bestandteil von schwedischem Axinit wurde es von MAUZELIUS (Geol. Fören. Förh. 17, 1895, p. 268) nachgewiesen.

Meine Analyse führt auf die von W. T. SCHALLER (l. c.) aufgestellte Formel:



worin ein wenig Mangan durch Magnesia ersetzt ist, Tonerde zum Teil durch Eisenoxyd. Die Zahlen, welche diese Formel des reinen Manganoaxinitis fordert, sind oben unter III angeführt.

Der Axinit von Aarvold schmilzt leicht in der Bunsenflamme und färbt dieselbe intensiv grün.

Zur krystallographischen Untersuchung sind die gelben Axinite von Aarvold gut geeignet. Die Krystalle erreichen eine Größe von 8 mm., die besten finden sich auf Drusenräumen im Nordmarkitaplit der unmittelbaren Grenze gegen die Silurscholle, auch im Granatfels kommen gute Krystalle häufig vor.

Die Krystalle sind gewöhnlich von den Flächen $c \{001\}$, $u \{111\}$, $x \{201\}$, mehr untergeordnet $r \{1\bar{1}1\}$, begrenzt (Aufstellung Schrauf).

Die Krystalle sind meistens derart aufgewachsen, daß die Zone $c:u$ als vertikale Prismenzone erscheint. Die Krystalle sind gleich oft mit der rechten oder linken Seite aufgewachsen. Nicht selten findet man auch Krystalle, die ringsum ausgebildet sind.

Die Messungen wurden an 12 ausgesuchten Krystallen ausgeführt, von denen einige, für das Vorkommen charakteristische, näher beschrieben werden sollen.

Krystall III.

Dieser ist auf Fig. 73 dargestellt. Er zeigt die Formen $c \{001\}$, $M \{110\}$, $x \{201\}$, $u \{111\}$, $r \{1\bar{1}1\}$, samt zwei Vicinalen zu $l \{112\}$, nämlich $\{9.9.20\}$ und $\{11.11.20\}$. Die Ersetzung von $\{112\}$ durch Vicinalflächen ist bei

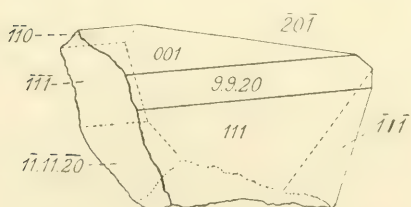


Fig. 73.

Axinit, Krystall III, Aarvold.

dem Axinit dieses Fundorts sehr häufig, an den 12 gemessenen Krystallen fand ich nur einmal die Fläche $l \{112\}$ selbst, gewöhnlich ist sie durch zwei Vicinalen ersetzt, die zu beiden Seiten der einfachen Form liegen. Die Vicinalen liefern durchwegs vorzügliche Reflexe, die genau in der

Zone u : c liegen. Folgende sind die gemessenen und berechneten Winkel (letztere teils nach G. v. RATH¹, teils nach seinem Achsenverhältnis vom Verf. berechnet).

| | Gemessen | Berechnet |
|--|------------|-----------|
| (001) : ($\bar{1}\bar{1}0$) | 102° 46,5' | 102° 44' |
| (001) : (111) | 44 25,5 | 44 29 |
| (001) : ($\bar{2}0\bar{1}$) | 130 40 | 130 35 |
| ($\bar{1}\bar{1}0$) : ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$) | 32 59,5 | 32 47 |
| (110) : ($\bar{2}0\bar{1}$) | 45 53,5 | 45 53 |
| ($\bar{2}0\bar{1}$) : ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$) | 40 50,5 | 40 46,5 |
| (111) : (9 . 9 . 20) | 17 45 | 17 46 |
| (001) : (9 . 9 . 10) | 26 40,5 | 26 43 |
| ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$) : ($\bar{1}\bar{1}$. $\bar{1}\bar{1}$. $\bar{2}0$) | 13 31,5 | 13 31 |

Die Fläche x ($\bar{2}0\bar{1}$) zeigte eine leichte Knickung parallel der Kante gegen M ($\bar{1}\bar{1}0$). Eine Vicinale zu x, welche zwischen x und M lag, ergab den Winkelwert $\alpha : x = 0^\circ 39'$:

Krystall I und II stimmen im Habitus recht nahe mit III überein; auch bei diesen ist {112} durch Vicinalen ersetzt.

Krystall IV.

Dieser war durch seinen pseudotetragonalen Habitus bemerkenswert, indem die Flächen c {001}, u {111}, x {201}, r { $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ } ungefähr gleich groß waren und einer flachen tetragonalen Bipyramide glichen, während die fast quadratische Fläche s {101} der Basis entsprach. Eine derartige pseudotetragonale Ausbildung des Axinites ist schon früher beobachtet worden, siehe z. B. in HINTZES Handbuch II, p. 507, Fig. 230, welche einen Axinitkrystall vom Onega-See nach SCHRAUF darstellt.

Im ganzen wurden am Krystall IV die folgenden Flächen festgestellt:

c {001}, M {110}, s {101}, x {201}, u {111}, r { $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ }, n {02 $\bar{1}$ }, v {311}, samt zahlreichen Vicinalen des Zonenstücks (111) : (001), nämlich:

$$\{1.1.13\}, \{118\}, \{20.20.41\}, \{9.9.20\}, \{10.10.13\}.$$

Der Krystall war nicht sehr geeignet zu genauen Messungen, da viele der Flächen etwas gekrümmt waren und unklare Reflexe gaben. Folgende sind die gemessenen und berechneten Winkel (wo die betreffenden Flächen an beiden Seiten des Krystalls ausgebildet waren, ist das Mittel der Messungen angegeben).

¹ Nach der Winkeltabelle in HINTZES Handbuch.

| | n | Gemessen | Berechnet |
|--------------------|---|----------|-----------|
| (111):(001) | 2 | 44° 34' | 44° 29' |
| (110):(001) | 2 | (103 26) | 102 44 |
| (110):(311) | 1 | (27 17) | 28 0 |
| (201):(311) | 1 | 17 44 | 17 53 |
| (201):(111) | 2 | 40 50 | 40 46,5 |
| (110):(021) | 2 | (49 51) | 49 32 |
| (110):(111) | 2 | (85 54) | 86 39,5 |
| (101):(111) | 1 | 27 44 | 27 57 |
| (111):(111) | 2 | 115 44 | 115 38 |
| (201):(001) | 2 | 49 22 | 49 25 |
| (111):(10. 10. 13) | 1 | 6 0 | 5 57 |
| (111):(20. 20. 41) | 1 | 16 21 | 16 5,5 |
| (111):(9. 9. 20) | 1 | (17 8) | 17 46 |
| (111):(118) | 1 | (35 58) | 35 49 |
| (111):(1. 1. 13) | 1 | 39 16 | 39 5,5 |

Die fünf zuletzt angeführten Vicinalen sind natürlich keineswegs als sichergestellte Flächen zu definieren; ich glaube kaum, daß ihnen bestimmte rationale Indices entsprechen, sie sind aber insofern charakteristische Formen, als sie innerhalb eines bestimmten Winkelintervalls an fast allen Krystallen von diesem Vorkommen auftreten. Wie man auch bei den im folgenden beschriebenen Krystallen sieht, handelt es sich wesentlich um drei (respektive vier) Gruppen vicinaler Flächen im Zonenstück (111):(001), nämlich Vicinalen zu {111}, zu {112} und zu {001} (eventuell auch zu {335}). Die Vicinalen dieses Zonenstücks liegen stets sehr genau in der Zone.

Andere Vicinalflächen als diejenigen zwischen (111) und (001) kommen ebenfalls am Krystall IV vor, nämlich im Zonenstück (201):(101). Diese sind teils vicinal zu {201}, teils zu {101}, mit einem Winkelabstand von 3–4° von den Endpunkten des Zonenstücks.

Krystall V.

Der Krystall war deutlich prismatisch gestreckt nach der Kante (111):(001). Er zeigte folgende Formen:

c {001}, M {110}, s {101}, x {201}, u {111}, r {111},
samt den Vicinalen

{1. 1. 12}, {9. 9. 20}, {10. 10. 11}, {20. 20. 41}.

Auch die zwei Flächen von x {201} ließen Gliederung in Vicinalflächen erkennen. Sie gaben zahlreiche Reflexe, von denen je einer am richtigen Ort lag, während die andern um 1–2° in der Richtung der wichtigsten Zonen davon abwichen (und zwar der Zonen nach {110} und {101}).

Flächen dieser Zone (im Gegensatz zu den meisten andern Krystallen) absolut nicht gestreift waren.

Folgende Formen wurden beobachtet: c $\{001\}$, M $\{110\}$, s $\{101\}$, x $\{201\}$, n $\{02\bar{1}\}$, u $\{111\}$, w $\{11\bar{1}\}$, r $\{1\bar{1}1\}$, v $\{311\}$, sowie im Zonenstück (111): (001) die Vicinalen $\{667\}$, $\{445\}$, $\{15 \cdot 15 \cdot 19\}$, $\{10 \cdot 10 \cdot 13\}$, $\{30 \cdot 30 \cdot 49\}$, $\{11 \cdot 11 \cdot 20\}$, $\{20 \cdot 20 \cdot 41\}$, $\{2 \cdot 2 \cdot 21\}$, $\{1 \cdot 1 \cdot 12\}$, $\{1 \cdot 1 \cdot 13\}$, $\{1 \cdot 1 \cdot 30\}$. Dazu kommen noch zwei Vicinalen im Zonenstück ($20\bar{1}$): ($00\bar{1}$).

Der Krystall VII ist auf Fig. 74 dargestellt, bei den Flächen (201) und ($1\bar{1}1$) ist eine Ecke abgebrochen, sonst ist er ringsum ausgebildet.

Folgende sind die gemessenen und berechneten Winkel:

| | Gemessen | Berechnet |
|--|----------|-----------|
| (111): (001) | 44° 28' | 44° 29' |
| (111): ($00\bar{1}$) | 135 33 | 135 31 |
| ($1\bar{1}\bar{1}$): (001) | 135 28 | — — |
| ($1\bar{1}\bar{1}$): ($1\bar{1}0$) | 32 50 | 32 47 |
| (001): ($1\bar{1}\bar{1}$) | (60 6) | 60 29 |
| (101): (001) | 33 3 | 33 18 |
| (101): (111) | 27 53 | 27 57 |
| (201): (001) | 49 26 | 49 25 |
| ($20\bar{1}$): (001) | 130 30 | 130 35 |
| ($20\bar{1}$): ($1\bar{1}\bar{1}$) | 40 48 | 40 46,5 |
| (110): (311) | 28 9 | 28 0 |
| (02 $\bar{1}$): ($1\bar{1}\bar{1}$) | 43 42 | 43 47 |
| ($00\bar{1}$): (667) | 40 51 | 41 0 |
| ($00\bar{1}$): ($\bar{4}45$) | 39 39 | 39 26 |
| (111): (445) | 5 5 | 5 3 |
| (111): (15 · 15 · 19) | 5 17 | 5 22 |
| (111): (10 · 10 · 13) | 5 54 | 5 57 |
| (111): (30 · 30 · 49) | 11 11 | 11 9 |
| (111): (11 · 11 · 20) | 13 21 | 13 31 |
| ($00\bar{1}$): ($1\bar{1}\bar{1}$ · $1\bar{1}\bar{1}$ · $20\bar{0}$) | 30 50 | 30 58 |
| (111): (20 · 20 · 41) | 16 9 | 16 5 |
| ($00\bar{1}$): ($20\bar{0}$ · $20\bar{0}$ · $\bar{4}1$) | 28 18 | 28 24 |
| ($00\bar{1}$): ($2\bar{0}$ · $2\bar{0}$ · $2\bar{1}$) | 6 37 | 6 41 |
| ($00\bar{1}$): ($1\bar{1}$ · $1\bar{1}$ · $1\bar{2}$) | 5 45 | 5 52 |
| ($00\bar{1}$): ($1\bar{1}$ · $1\bar{1}$ · $1\bar{3}$) | 5 25 | 5 24 |
| (111): (1 · 1 · 30) | (42 2) | 42 6 |

Die Vicinalen des Zonenstücks ($20\bar{1}$): ($00\bar{1}$) waren nur etwa 1° von beiden Endpunkten des Zonenstücks entfernt.

Die Krystalle VIII bis XII stimmen im Habitus recht nahe mit VII überein. Es hätte keinen Zweck, alle gemessenen und berechneten Winkel anzuführen, die Messungen stimmen innerhalb der gewöhnlichen Fehlergrenzen mit den berechneten Werten überein.

Durch die oben angeführten Winkeltabellen ist zur Genüge erwiesen, daß sich der gelbe Manganoaxinit von Aarvold auf dasselbe Achsenverhältnis beziehen läßt, wie die gewöhnlichen violetten Ferro-Mangano-Axinite. Dasselbe hat schon früher PENFIELD für den gelben Manganoaxinit von Franklin festgestellt (Am. Journ., 41, 1891, p. 394).

Folgende Formen wurden am Axinit von Aarvold (Ostseite des Tals) sicher festgestellt:

$$c \{001\}, M \{110\}, s \{101\}, x \{201\}, n \{02\bar{1}\}, u \{111\}, w \{1\bar{1}\bar{1}\}, \\ l \{112\}, \beta \{335\}, r \{1\bar{1}\bar{1}\}, v \{311\}.$$

Dazu kommen noch die Vicinalen¹ des Zonenstücks (111):(001), diese sind folgende:

Vicinalen zu $c \{001\}$:

$$\{1.1.30\}, \{1.1.18\}, \{1.1.13\}, \{1.1.12\}, \{2.2.21\}, \{118\}.$$

Vicinalen zu $l \{112\}$:

$$\{9.9.20\}, \{10.10.21\}, \{20.20.41\}, \{11.11.20\}.$$

Vicinalen zu $\beta \{335\}$:

$$\{447\}, \{30.30.49\}.$$

Vicinalen zu $u \{111\}$:

$$\{10.10.13\}, \{15.15.19\}, \{445\}, \{667\}.$$

Es ist merkwürdig, daß dieses Zonenstück, dessen Länge nur $44^0 29'$ beträgt, von so vielen Vicinalen erfüllt ist, während der übrige Teil derselben Zone (dessen Länge $135^0 31'$ ist) beim Axinit von Aarvold nur die zwei Flächen $M \{110\}$ und $w \{1\bar{1}\bar{1}\}$ enthält; M tritt immer nur ganz schmal auf, die Fläche $w \{1\bar{1}\bar{1}\}$ ist ebenfalls ganz schmal und nur an wenigen Krystallen beobachtet.

Es ist gegen alle Erfahrungen bei andern Krystallen, daß gerade der *stumpfe* Winkel zwischen $u \{111\}$ und $c \{001\}$ durch zahlreiche Flächen abgestumpft wird, nicht aber der *spitze* Winkel.

In der folgenden Tabelle habe ich die Messungen zusammengestellt, die an Vicinalen zu $l \{112\}$ angestellt sind, um die Abweichungen von der

¹ Ich möchte keine dieser Vicinalen unter die gesicherten Axinitformen aufnehmen, auch nicht solche mit relativ einfachen Indices wie $\{447\}$, $\{445\}$, $\{667\}$, da man kaum aus einer kontinuierlichen Reihe von Vicinalen solche mit niedrigeren Indices herausgreifen darf.

einfachen Fläche zu zeigen. Alle diese Vicinalen liegen genau in der Zone $(111):(001)$; in der Tabelle sind nur solche Messungen mitgenommen, die an gut reflektierenden Flächen angestellt sind.

| | Gemessen | Berechnet |
|--------------------|---------------|---------------|
| $(111):(11.11.20)$ | $13^0 21'$ | $13^0 31'$ |
| — | $13 \quad 31$ | |
| — | $13 \quad 39$ | |
| — | $13 \quad 48$ | |
| — | $14 \quad 15$ | |
| $(111):(112)$ | $15 \quad 20$ | $15 \quad 34$ |
| $(111):(20.20.41)$ | $16 \quad 5$ | $16 \quad 5$ |
| — | $16 \quad 9$ | |
| — | $16 \quad 11$ | |
| — | $16 \quad 18$ | |
| —»— | $16 \quad 21$ | |
| $(111):(10.10.21)$ | $16 \quad 38$ | $16 \quad 36$ |
| — | $16 \quad 40$ | |
| —»— | $16 \quad 47$ | |
| $(111):(9.9.20)$ | $17 \quad 33$ | $17 \quad 46$ |
| — | $17 \quad 34$ | |
| —»— | $17 \quad 45$ | |
| —»— | $17 \quad 49$ | |
| —»— | $18 \quad 41$ | |

Wie man sieht, kann es sich hier keineswegs um Flächen mit bestimmten rationalen Indices handeln, es liegt vielmehr eine kontinuierliche Reihe von Vicinalflächen vor, die sich um die einfache, aber in diesem Fall seltene, Fläche $1\{112\}$ gruppieren.

Auch der blättrige grüngelbe Axinit wurde kristallographisch untersucht. Er zeigte einen sehr seltenen Habitus, er ist tafelförmig nach

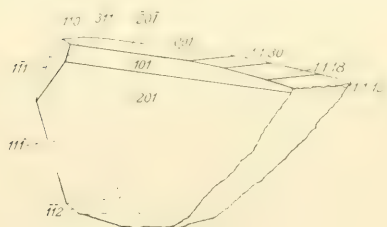


Fig. 75.

Gelbgrüner Axinit, Aarvold.

x $\{201\}$. Man erkennt dies sofort, wenn man eins der Blätter im Polarisationsinstrument betrachtet, indem die erste negative Mittellinie fast genau senkrecht auf x $\{201\}$ steht. Bemerkenswerterweise ist dieser selbe Habitus auch bei dem gelben Axinit von Franklin beobachtet worden (siehe PENFIELD und GENTH l. c., vergl. p. 449). Auf Hohlräumen der blättrigen grüngelben Axinitmasse findet man nicht selten scharfe Krystalle, auch an der unmittelbaren Grenze des grüngelben

scharfe Krystalle, auch an der unmittelbaren Grenze des grüngelben

Axinits gegen den Nordmarkit (mit Skapolithpseudomorphosen) finden sie sich.

Auf Fig. 75 ist eine frei ausgebildete Ecke eines solchen Krystalls dargestellt.

Dieser Krystall zeigte folgende Formen:

c {001}, M {110}, s {101}, x {201}, u {111}, l {112}, r {111}, v {311}, samt den Vicinalen {1.1.30}, {1.1.18}, {1.1.12}.

Folgende sind die gemessenen und berechneten Winkel:

| | Gemessen | Berechnet |
|----------------|----------|-----------|
| (001):(101) | 32° 27' | 33° 18' |
| (001):(201) | 130 30 | 130 35 |
| (111):(110) | 93 17 | 93 20,5 |
| (110):(311) | 28 43 | 28 0 |
| (111):(112) | 16 0 | 15 34 |
| (110):(001) | 102 54 | 102 44 |
| (001):(1.1.30) | 3 0 | 2 23 |
| (001):(1.1.12) | 3 30 | 3 56 |
| (001):(1.1.18) | 5 40 | 5 52 |

Bei der ungünstigen Flächenbeschaffenheit war keine bessere Uebereinstimmung mit den berechneten Werten zu erwarten, oft sind die Flächen wellig gekrümmt.

Es erschien wünschenswert, an einem so ausgezeichneten Axinitmaterial die optischen Konstanten zu bestimmen, um so mehr, als die Farbe eine für Axinit ganz ungewöhnliche war.

Die einzige vollständige optische Untersuchung des Axinits ist bekanntlich von DES CLOIZEAUX ausgeführt worden (Man. de Min. 1862, p. 517). Er gibt nicht an, woher sein Material stammte, wahrscheinlich handelt es sich um einen der violetten Ferro-Mangano-Axinite aus alpinem Gebiet.

Die Farbe des Axinits von Aarvold ist gewöhnlich ein intensives Citronengelb, nicht allzuselten trifft man auch sehr helle, fast farblose Krystalle. Die gelben Axinite enthalten sehr oft einen blau gefärbten Kern.

Für den gelben Axinit bestimmte ich folgenden Pleochroismus (in dicken Platten):

α hellgelblich mit Stich ins Orangefarbene

β intensiv schwefelgelb

γ farblos oder sehr schwach gelblich

Absorption $\beta \gg \alpha > \gamma$.

In Schnitten senkrecht auf die spitze Bisektrix α scheint das Absorptionsmaximum nahe mit der Schwingungsrichtung β zusammenzufallen.

Auch im Dünnschliff ist der Pleochroismus noch sehr deutlich wahrnehmbar, man findet β hellgelb, α und γ farblos.

Für die blauen Kerne der gelben Axinitkrystalle bestimmte ich im Dünnschliff folgenden Pleochroismus:

α schwach gelblich.

β grünlichblau bis himmelblau.

γ schwach grünlich.

Auch hier ist die Absorption für β am größten, dasselbe gilt bekanntlich für den gewöhnlichen violetten Axinit.

Der blättrige gelbgrüne Axinit zeigt denselben Pleochroismus wie der gelbe, nur ist die Farbe für β ein etwas grünliches Gelb.

Der Axinit von Aarvold (ebenso wie der von Franklin) beweist, daß die violette Farbe des gewöhnlichen Axinits nicht durch den Mangan-gehalt bedingt ist. Die violetten Axinite sind viel ärmer an Mangan, als die gelben Axinite von Aarvold und Franklin.

An einer kleinen Platte des gelben Axinits, senkrecht zu α , wurde mittelst des Totalreflektometers die Lichtbrechung bestimmt. Ich erhielt folgende Werte für Natriumlicht:

$$\alpha = 1,679$$

$$\beta = 1,685$$

$$\gamma = 1,689$$

Mittelst der Immersionsmethode fand ich am gelben Axinit:

$$\beta = 1,683-1,684$$

$$\gamma = 1,688-1,689$$

Am blättrigen gelbgrünen Axinit bestimmte ich mittelst der Immersionsmethode für Natriumlicht:

$$\beta = 1,684$$

Diese Werte der Lichtbrechung stimmen mit den für gewöhnlichen Axinit angegebenen überein, nach DES CLOIZEAUX (l. c.) ist $\beta q = 1,678$, βv schwankt zwischen 1,692 und 1,693.

Die Doppelbrechung wurde am Dünnschliff gemessen. Ich fand folgende Werte am gelben Axinit für $\lambda q = 0,000636$ mm., $\lambda v = 0,000450$ mm.:

$$(\gamma - \alpha)q = 0,0106$$

$$(\gamma - \alpha)v = 0,0116$$

Diese Werte sind etwas höher, als die von DES CLOIZEAUX angegebenen $(\gamma - \alpha)q = 0,0090$, $(\gamma - \alpha)v = 0,0104$. Meine Messung ist aber

nicht absolut genau, da die Dickenmessung am Dünnschliff bekanntlich Fehlern von bis 5 % unterworfen ist. Daß die Doppelbrechung etwas höher ist, als die des Quarzes, ist aber sicher. Der blättrige grüngelbe Axinit ist vielleicht etwas stärker doppelbrechend als der gelbe, ich maß an einem Dünnschliff für Tageslicht mittlerer Wellenlänge ($\gamma - \alpha$) = 0,012, Dispersion der Doppelbrechung stark $v > \varrho$.

Die erste negative Mittellinie steht ungefähr senkrecht auf $x \{201\}$, wie schon DES CLOIZEAUX gefunden hat. Als ich die Lage der Achsen-ebene feststellen wollte, stellte sich heraus, daß der Axinit von Aarvold sehr stark zonar gebaut ist, was man übrigens auch in Dünnschliffen der Axinit-führenden Gesteine beobachten kann. Manche der dicken Platten parallel $x \{201\}$ zeigten in keiner Stellung vollständige Auslöschung. An einigermaßen dünnen (ca. 0,25 mm.) Platten parallel $x \{201\}$ fand ich für den Winkel zwischen der Trace der Achsenebene und der Kante $x \{201\} : r \{1\bar{1}1\}$ Werte zwischen 7^0 und 10^0 . Dieser Winkel ist deutlich dispergiert, und zwar $\varrho > v$.

Ein Dünnschliff parallel $x \{201\}$ von ca. 0,040 mm. Dicke ließ drei verschiedene Schichten erkennen. Dieselben sind, von innen nach außen, mit I—III bezeichnet (alle Schichten waren gelb). Ich maß folgende Winkel für die Abweichung der Achsenebene von der Kante $x \{201\} : r \{1\bar{1}1\}$.

| | ϱ | v |
|-------------------|-----------|-----------|
| Schicht I | $3^0 37'$ | $2^0 23'$ |
| — II | 6 34 | 4 24 |
| — III | 7 57 | 5 31 |

Die Messungen wurden mit demselben roten und blauen Glas ausgeführt, das bei der Messung der Doppelbrechung benutzt wurde.

Der Richtungssinn dieses Winkelabstands ist ein solcher, daß die Trace der Achsenebene auf $x \{201\}$ in der Richtung zwischen den Kanten $x \{201\} : r \{1\bar{1}1\}$ und $x \{201\} : m \{1\bar{1}0\}$ verläuft.

Die Bisektrix α steht nicht genau senkrecht auf $x \{201\}$, sondern weicht um einige Grade in der Richtung gegen $r \{1\bar{1}1\}$ von der Normalen ab. Ich maß folgende Abstände von der Normalen zu $x \{201\}$; die Tabelle gibt den wahren Winkelabstand an, der aus dem scheinbaren und $\beta = 1,684$ berechnet ist.

| | Abweichung der Mittellinie |
|-------------------|----------------------------|
| Schicht I | $4^0 48' - 6^0 58'$ |
| — II | 3 30 — 3 43 |
| — III | 0 55 |

Die Winkel wurden mittelst eines Schraubenmikrometerokulars gemessen, sie dürften für verschiedene Farben ungefähr gleich sein.

An zwei andern Platten fand ich für denselben Winkel die Werte $1^0 56'$ und $2^0 4'$.

Sehr merkbare gekreuzte Dispersion um die Bisektrix α . Die Achsenebenen für rotes und blaues Licht schneiden sich nicht weit von der Bisektrix α zwischen dieser und der optischen Achse B, da die Farbensäume der Achsenebene in Schnitten parallel x in der Richtung beider Achsen entgegengesetzt liegen, aber in der Richtung der Achse A weit intensiver sind als bei der Achse B. Die Dispersion der Achsenebene ist in den Dünnschliffen stets sehr deutlich sichtbar und weit stärker als die Dispersion des wahren Achsenwinkels, wie man ihn bei centralem Achsenaustritt sieht.

Die Lage der Achsenebene ist ziemlich verschieden von der, welche DES CLOIZEAUX angibt. Nach ihm sollte die Achsenebene mit der Kante $x(201) : r(1\bar{1}1)$ den Winkel $24^0 40'$ bilden, während ich Werte zwischen 2^0 und 10^0 fand (am häufigsten scheint beim Axinit von Aarvold der Winkel 9^0 zu sein). Der Richtungssinn des Winkels ist bei den von DES CLOIZEAUX untersuchten Axinit derselbe, wie bei dem von Aarvold. Der große Unterschied in der Lage der Achsenebene dürfte seinen Grund wohl in einer verschiedenen chemischen Zusammensetzung haben, indem ich einen Mangano-Axinit untersuchte, er wahrscheinlich einen Ferro-Mangano-Axinit.

Den Achsenwinkel des gelben Axinit habe ich an mehreren Dünnschliffen mit BECKES Zeichentisch gemessen. Ich fand folgende Werte um α (unter Annahme von $\beta = 1,684$).

Zonargebauter Krystall Kern $2V = 75^0$, Hülle 70^0

Homogener Krystall $2V = 72^0$

Eine Messung mit dem Schraubenmikrometerokular ergab: an einem dritten Individuum $2V = 76,5^0$.

Dispersion des Achsenwinkels $2V$ nur sehr schwach $v > \rho$ um die erste Mittellinie α , beide optischen Achsen sind anscheinend im selben Sinne dispersiert.

Der blättrige grüngelbe Axinit zeigt eine ganz ähnliche optische Orientierung wie der oben beschriebene. Die erste negative Mittellinie steht fast senkrecht auf $x\{201\}$, die Trace der Achsenebene weicht nur wenige Grade von der Kante $x(201) : r(1\bar{1}1)$ ab. Mit BECKES Zeichentisch fand ich an einem Dünnschliff des blättrigen Axinit:

Blauer Kern $2V = 83^0$

Grüngelbe Hülle $2V = 79^0$

braune Granatkrystalle (siehe Grossular) in einer citronengelben Axinitgrundmasse liegen. Diese Granat-Axinit-Massen erinnern an die Limurite der Pyrenäen. Der gelbgrüne Axinit kommt wesentlich mit den manganreichsten ikositetraëdrischen Granatkrystallen vor.

Der Axinit ist jünger, als die Hauptmasse des Granats, in den äußeren Schalen der Granatkrystalle findet man jedoch Axinitkrystalle; dies zeigt, daß die Krystallisation des Axinites schon begonnen hatte, ehe diejenige des Granats abgeschlossen war. Der Vesuvian scheint durchwegs älter als der Axinit zu sein.

In der Grenzzone des Nordmarkits, besonders am Ostrand der Scholle, findet sich ebenfalls gelber Axinit, hier zusammen mit ziemlich viel Orthit und etwas Zirkon. Das aplitische Grenzgestein ist oft durch Axinit gelblich gefärbt. Der Axinit ist älter, als die Kalifeldspatkrystalle der Drusenräume, oft findet man sehr gute Axinitkrystalle teilweise von Kalifeldspat umschlossen. Der Axinit ist aber distinkt jünger, als die Hauptmasse der Gesteinsfeldspate. Man hat oft Gelegenheit im Dünnschliff zu beobachten, wie der Axinit den Kalifeldspat pseudomorph verdrängt. Auf Fig. 77 sind einige Individuen von Kalifeldspat wiedergegeben, die teilweise in Axinit

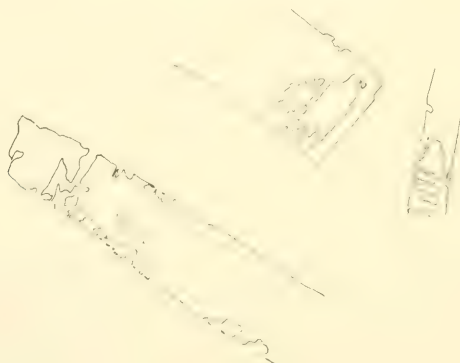


Fig. 77.

Kalifeldspat durch Axinit zerfressen, Nordmarkitaplit an der Grenze der Kalksilikatscholle, Ostseite des Tals von Aarvold. Zwanzigfache Vergrößerung.

umgewandelt sind. Die staubartigen Interpositionen des Kalifeldspats (wohl Eisenerze) behalten dabei ihren Platz, und oft sieht es (ohne Analysator) aus, als seien die dicktafligen Kalifeldspate ganz unversehrt. Bei Anwendung des Analysators erkennt man dann, daß ein Aggregat von Axinit-Individuen vorliegt, welches die Interpositionen des Feldspats umschließt. Gewöhnlich ist der Axinit im Innern der Feldspate parallel orientiert mit außerhalb befindlichen Axinit-Individuen.

Das Altersverhältnis zwischen Axinit und Kalifeldspat deutet darauf, daß die Bildung des Axinites nach Beginn der Gesteinsverfestigung statt-

gefunden hat, und daß ein Teil des Axinit schon krystallisiert war, ehe die Kalifeldspate der Drusenräume krystallisierten. Wir erhalten demnach als Periode der pneumatolytischen Mineralbildung gerade den Zeitraum der Gesteinsverfestigung.

Ueber den metasomatischen Charakter der pneumatolytischen Stoffzufuhr siehe p. 211—217 und 320.

Etwa 200 Meter weiter südwestlich liegt an der andern Talseite ein zweites Vorkommen von Axinit, welches ich im Herbst 1910 fand. Der Axinit ist auch hier an eine kleine umgewandelte Kalkscholle geknüpft. Auf Drusenräumen des Vesuvianfelses kommt er zusammen mit ausgezeichneten Prehnitkrystallen vor. Die Axinitkrystalle erreichen eine Länge von 2 mm., sie sind fast farblos mit einem schwach gelben Ton. In kristallographischer Beziehung weichen sie von dem benachbarten Vorkommen ab, indem die Krystalle dünn- taflig nach $\{1\bar{1}1\}$ entwickelt sind. An einem 1 mm. langen Krystall fand ich die Formen: c $\{001\}$, M $\{110\}$, m $\{1\bar{1}0\}$, s $\{101\}$, x $\{201\}$, n $\{0\bar{2}1\}$, u $\{111\}$, r $\{1\bar{1}1\}$, w $\{11\bar{1}\}$, l $\{112\}$, sowie Vicinalen des Zonenstücks $\{111\} : \{001\}$, und $\{4\bar{4}5\}$, Vicinale zu $\{1\bar{1}1\}$. Der Krystall,

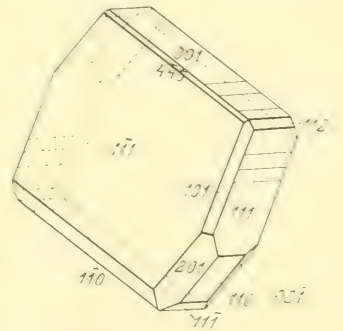


Fig. 78.

der den gewöhnlichen Typus an diesem Axinit, Aarvold (Westseite des Tals). Fundort darstellt, ist auf Fig. 78 abgebildet. Ich maß folgende Winkel zur Identifizierung der Flächen:

| | Gemessen | Berechnet |
|---------------------------------------|------------------|------------------|
| $\{001\} : \{111\}$ | $44^{\circ} 33'$ | $44^{\circ} 29'$ |
| $\{00\bar{1}\} : \{110\}$ | $102 \ 50$ | $102 \ 44$ |
| $\{00\bar{1}\} : \{11\bar{1}\}$ | $60 \ 31$ | $60 \ 29$ |
| $\{111\} : \{112\}$ | $15 \ 15$ | $15 \ 34$ |
| $\{1\bar{1}1\} : \{001\}$ | $45 \ 31$ | $45 \ 15$ |
| $\{1\bar{1}1\} : \{4\bar{4}5\}$ | $5 \ 55$ | $5 \ 54$ |
| $\{001\} : \{1\bar{1}0\}$ | $89 \ 54$ | $89 \ 55,5$ |
| $\{1\bar{1}1\} : \{111\}$ | $64 \ 25$ | $64 \ 22$ |
| $\{1\bar{1}1\} : \{1\bar{1}\bar{1}\}$ | $115 \ 37$ | $115 \ 38$ |
| $\{201\} : \{1\bar{1}1\}$ | $41 \ 7$ | $40 \ 46,5$ |
| $\{1\bar{1}0\} : \{111\}$ | $86 \ 38$ | $86 \ 40$ |
| $\{110\} : \{0\bar{2}1\}$ | $49 \ 30$ | $49 \ 32$ |

Die Vicinalen des Zonenstücks $u(111):c(001)$ gaben keine so guten Reflexe, wie bei den oben beschriebenen Krystallen. Sie liegen sämtlich an der Innenseite des Zonenstücks und genau in der Zone. Ich maß folgende Winkel:

| | |
|-------------------------|-----------|
| $(111):u_1$ | $0^0 29'$ |
| $(111):u_2$ | 1 8 |
| $(111):u_3$ | 3 46 |
| $(001):c_1$ | 0 29 |
| $(001):c_2$ | 1 6 |
| $(001):c_3$ | 3 40 |
| $(00\bar{1}):\bar{c}_1$ | 1 0 |
| $(00\bar{1}):\bar{c}_2$ | 1 40 |
| $(00\bar{1}):\bar{c}_3$ | 2 15 |

Von einer Berechnung der Indices habe ich bei der Unsicherheit der Position abgesehen, sie lassen sich denselben Vicinalengruppen einreihen, die oben (p. 455) besprochen sind.

Die Fläche $\{4\bar{4}5\}$ gehört zu einer Vicinalengruppe des Zonenstücks $r(1\bar{1}1):c(001)$, welche von WEBSKY am Axinit von Striegau studiert worden ist (Tschermaks Min. Mitt. 2, 1872, p. 1). Ich möchte die Fläche $\{4\bar{4}5\}$ nicht unter die gesicherten Formen des Axinit aufnehmen, da an andern Krystallen desselben Fundorts statt dieser Fläche andre Vicinalen zu $\{1\bar{1}1\}$ auftreten.

Ein zweiter, etwa 1 mm. langer, Krystall zeigte die Formen: $c\{001\}$, $M\{110\}$, $m\{1\bar{1}0\}$, $x\{201\}$, $u\{111\}$, $r\{1\bar{1}1\}$, $w\{1\bar{1}\bar{1}\}$, vielleicht auch $g\{2\bar{1}0\}$, sowie Vicinalflächen im Zonenstück $u(111):c(001)$, welche einige Grade von den Endpunkten des Zonenstücks entfernt waren. Auch hier fand sich eine Vicinale im Zonenstück $r(1\bar{1}1):c(001)$, sie war $3^0 20'$ von $(1\bar{1}1)$ entfernt.

An den sicher bestimmbar, typischen Flächen wurden folgende Winkel gemessen:

| | Gemessen | Berechnet |
|---------------------------------------|------------|------------|
| $(001):(111)$ | $44^0 22'$ | $44^0 29'$ |
| $(001):(\bar{1}\bar{1}1)$ | 60 20 | 60 29 |
| $(001):(1\bar{1}1)$ | 45 15 | 45 15 |
| $(00\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ | 134 41 | 134 45 |
| $(111):(201)$ | 30 25 | 30 33 |
| $(1\bar{1}1):(1\bar{1}0)$ | 44 44 | 44 41 |
| $(1\bar{1}1):(111)$ | 64 34 | 64 22 |
| $(1\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ | 115 37 | 115 38 |
| $(1\bar{1}1):(201)$ | 40 31 | 40 46,5 |

Im Habitus stimmte dieser Krystall völlig mit dem oben beschriebenen überein (vergl. Fig. 78).

Bei Untersuchung eines größeren Materials wird man gewiß noch weitere Flächen feststellen können.

Der Axinit ist auf diesem Vorkommen anscheinend eine recht junge Bildung, er ist aber vor dem Prehnit krystallisiert. In Dünnschliffen von Gesteinen der Kalkscholle und der Grenzfacies des Nordmarkits habe ich ihn nicht beobachtet.

Kontaktzonen des Granitits.

Seit langer Zeit kennt man ein Axinitvorkommen im Kontakt des Granitits von Drammen, bei der Eisengrube von Nikkerud (Aaserud). Das Vorkommen wird zuerst von KEILHAU erwähnt (Gæa Norvegica, 1838). Nach ihm wurde der Axinit auf Klüften eines Diabasganges gefunden. Später wird dasselbe Vorkommen von DUROCHER zitiert (Ann. des mines, 4 série, 15, 1849, p. 254).

Ich habe das Vorkommen nicht wiedergefunden; in der Sammlung des min. Inst. befindet sich aber eine alte Stufe mit dem Vermerk: Axinit, Aaserud, die jeden Zweifel an der Bestimmung des Minerals ausschließt. Der Axinit bildet centimetergroße braunviolette Krystalle, die von Kalkspat umgeben sind.

Im Dünnschliff zeigt der Axinit die charakteristischen optischen Eigenschaften, er wird von Turmalin und dunkelgrünem Amphibol begleitet. Der Turmalin ist deutlich älter als der Axinit. In geringer Menge findet sich Orthoklas, zum Teil als Einschluf im Axinit. Der Turmalin ist stellenweise chloritisiert.

Zur kristallographischen Untersuchung müßte man die Axinitkrystalle aus dem Kalkspat herausätzen; ich wollte aber nicht die einzige vorhandene Stufe opfern.

Unter den Borosilikaten sind es besonders vier, die als Kontaktminerale in Betracht kommen, nämlich Turmalin, Axinit, Danburit (letzterer in Kontaktlagerstätten Japans) und Datolith. Vergleicht man die Formeln der drei ersten Mineralien:

Turmalin $\text{H}_4\text{Mg}_{12}\text{Al}_{10}\text{B}_6\text{Si}_{12}\text{O}_{63}$

Axinit $\text{HMnCa}_2\text{Al}_2\text{BSi}_4\text{O}_{16}$

Danburit $\text{CaB}_2\text{Si}_2\text{O}_8$

so erkennt man, daß in den drei Mineralien das Mengenverhältnis $\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3$ ein sehr verschiedenes ist. Dies drückt sich folgendermaßen im

im geologischen Vorkommen aus. I. Der Turmalin ist charakteristisch für die Kontaktprodukte relativ kalkarmer oder kalkfreier Tonschiefer. II. Der Axinit tritt in den Kontaktprodukten mergeliger Kalksteine auf. III. Der Danburit ist auf die an Tonerde ärmsten Kalksteine beschränkt.

Im Grenzfall zwischen I und II kommt Turmalin neben Axinit vor (Beispiel das Vorkommen von Nikkerud). Im Grenzfall zwischen II und III kommt Axinit neben Danburit vor (Beispiel das Vorkommen von Obira, Japan).

Datolith, der ebenso wie Danburit, frei von Tonerde ist, dürfte bei niedrigeren Temperaturen gebildet werden, als letzterer. Er findet sich bekanntlich in umgewandelten Kalksteinen mancher Kontaktzonen; ein schönes Beispiel ist der Datolithfels, den SLAVIK und FIŠER von Listitz beschrieben haben (Centralbl. Min. 1903, p. 229). Das Gestein ist wohl durch metasomatische Pneumatolyse aus Kalkstein entstanden.

Andalusit.

Die Bildungsbedingungen des Andalusits sind schon im petrographischen Teil besprochen, er ist auf die kalkärmsten Tonschiefer beschränkt (vergl. p. 128—143); er ist das charakteristische Mineral für Hornfelse der Klasse 1 und 2 (vergl. p. 146—154).

Andalusit findet sich vielerorts in den Kontaktprodukten der dunkeln cambrischen und untersilurischen Tonschiefer. Er bildet hier die bekannten Chiasolithen¹, welche eine Länge von 1 cm. (selten 2 cm.) erreichen. Die prismatischen Individuen sind von $m\{110\}$ begrenzt. Nach dieser Fläche sind sie vorzüglich spaltbar, einzelne Spaltrisse findet man auch in der Richtung vom $\{010\}$. Das optische Verhalten ist das normale, Pleochroismus ist im Dünnschliff nicht wahrnehmbar. Die Krystalle enthalten Graphiteinschlüsse in der bekannten Anordnung, im allgemeinen scheinen übrigens die Anwachskegel der Basis mehr Einschlüsse zu enthalten, als die der Prismenflächen (vergl. auch p. 355). Sehr verbreitet ist die Umwandlung in Muskovit. Frischen Andalusit findet man z. B. im Phyllograptuschiefer von Gunildrud am Ekern, die Umwandlungserscheinungen sind in ähnlichen Gesteinen von Hakedal hübsch entwickelt.

Der Andalusit ist das einzige Al_2SiO_5 Mineral, das ich in den Kontaktgesteinen des Kristianiagebiets beobachtet habe.

¹ Vergl. die Abbildung auf der Tafel „Strukturtypen“, Fig. 1.

| | I | II | Berechnet (KOKSCHAROW) |
|-------------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|
| (110) : (110) | 55° 44' | (55° 48') | 55° 43' |
| | 55 44 | | |
| (120) : (110) | 18 15 | 18 13 18 43 (18 36) | 18 44 |
| (120) : (120) | | (86 55) | 86 49 |
| (110) : (130) | (30 0) | | 29 54,5 |
| (110) : (230) | (11 apr.) | | 10 33 |
| (011) : (001) | (43 36) | | 43 39 |
| | 43 35 | | |
| (021) : (011) | 18 43 | | 18 41,5 |
| (101) : (001) | 60 59 | | 61 1 |
| (111) : (110) | 26 9 | 26 7 | 26 6 |
| (112) : (110) | 44 28 | 44 22 44 22 | 44 25 |
| (113) : (110) | 55 49 | (56 apr.) | 55 46 |
| (110) : (101) | 39 20 | 39 22 | 39 21 |
| ($\bar{1}10$) : (011) | 71 15 | 71 10 | 71 11 |
| (011) : (112) | 42 29 | 42 33 | 42 33 |
| (011) : (123) | (28 42) | | 28 59,5 |
| (011) : (120) | | 59 57 | 59 54 |
| (120) : (111) | | 31 46 | 31 44 |
| (011) : (113) | | 38 41 | 38 47,5 |

Die Flächen {230} und {130} finden sich neben einigen, nicht bestimm-
baren, Vicinalen in der Prismenzone der zwei andern kleinen Krystalle.
An einem derselben wurden folgende Winkel gemessen:

| | III | Berechnet (KOKSCHAROW) |
|-------------------------|--------|---------------------------|
| (120) : (130) | 11° 1' | 11° 10,5 |
| (130) : (1 $\bar{3}0$) | 64 35 | 64 28 |
| (110) : (230) | 10 28 | 10 33 |
| (110) : (2 $\bar{3}0$) | 66 20 | 66 16 |

In Dünnschliffen von Gesteinen des Smaragdorkommens konnte ich
Topas nicht nachweisen.

Apophyllit.

Dieser Zeolith findet sich an mehreren Stellen in den Kontaktzonen des Kristianiagebiets. Wohl das schönste unter diesen Vorkommen ist einer der Schürfe von Sata bei Konnerudkollen (Kontaktzone am Granitit). Von hier schickte vor einigen Jahren Herr Bergingenieur HORNEMANN einige Stufen an das mineralogische Institut in Kristiania. In den Sommern 1909 und 1910 besuchte ich öfters den Fundort und sammelte dabei ein größeres Material der dortigen Zeolithe. Der Apophyllit scheint aus dem Wollastonit hervorgegangen zu sein (siehe Wollastonit, p. 327). Auf Hohlräumen des Gesteins findet man sehr reichlich hübsche wasserhelle Apophyllitkrystalle, dieselben erreichen eine Größe von 1,5 cm. Sie sind ausnahmslos von spitzpyramidalem Habitus, nur selten sind die Krystalle ein wenig von der Basis abgestumpft. Die Flächen der Pyramide $\{111\}$ sind stets sehr eben und geben ausgezeichnete Reflexe, die Prismenflächen sind meist vertikal gestreift. Folgende Formen wurden beobachtet: c $\{001\}$, a $\{100\}$, y $\{310\}$, p $\{111\}$. Der gewöhnliche Typus der Krystalle ist auf Fig. 81 dargestellt. Die Winkel stimmen völlig mit dem von FLINK (Geol. För. Förh. Bd. 28 1906, 425) für Apophyllit von Nordmarken angegebenen Achenverhältnis.



Fig. 81. Apophyllit,
 $\{100\}$, $\{310\}$, $\{111\}$,
Sata, Konnerudkollen.

| | Gemessen | Mittel | Berechnet (FLINK) |
|---------------------|-------------|------------|-------------------|
| $(111):(1\bar{1}1)$ | $75^0 50'$ | $75^0 51'$ | $75^0 50'$ |
| | $75 \ 51$ | | |
| | $75 \ 51,5$ | | |
| | $75 \ 52$ | | |
| | $(75 \ 41)$ | | |
| | $(75 \ 46)$ | | |
| | $(75 \ 54)$ | | |
| $(310):(3\bar{1}0)$ | $(37 \ 10)$ | | $36 \ 52$ |

Der Apophyllit von Sata ist optisch positiv; Spaltblättchen nach der Basis zeigen mitunter anomale Zweiachsigkeit mit $2E$ etwa 15^0 .

Wie schon oben gesagt, ist der Apophyllit dieses Fundorts wohl als ein Hydratationsprodukt des Wollastonits aufzufassen. Auf ähnliche Weise dürfte dieses Mineral auch an andern Orten gebildet sein, so zum Beispiel

besitze ich eine Wollastonitstufe von Cziklova im Banat, deren Hohlräume mit Apophyllitkrystallen bedeckt sind. Die spitzpyramidalen Krystalle erinnern sehr an die oben beschriebenen.

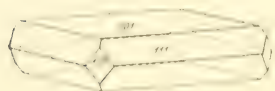


Fig. 82. Apophyllit,
 $\{100\}$, $\{001\}$, $\{111\}$,
Myrsæteren, nördlich von
Drammen.

Ein zweiter Fundort von Apophyllit ist Myrsæteren, nördlich von Drammen. Hier sind einige große Silurschollen in den Granitit eingesunken und stark kontaktmetamorphosiert. Herr Prof. BRÖGGER brachte 1895 von dort eine Stufe mit Apophyllitkrystallen auf Kalksilikatfels. Die bis 5 mm. breiten Tafeln sind außen trübe, im Innern findet sich ein frischerer Kern. Die Krystalle sind einachsigt positiv. Die von $c \{001\}$, $a \{100\}$ und $p \{111\}$ begrenzten Krystalle sind auf Fig. 82 abgebildet.

Auch in der Gegend von Grua (Hadeland) wurde Apophyllit gefunden. Herr Ingenieur J. KVAM schickte im Jahre 1899 einige Stücke an das mineralogische Institut. Als Fundort gibt er den Kleven-Tunnel an. Der Apophyllit wurde zuerst von Herrn Prof. BRÖGGER erkannt. Er findet sich mit Natrolith in einer Kalkspatmasse, welche Schieferfetzen enthält, wohl einer Spaltenfüllung. Der Apophyllit ist jünger als der Natrolith, seine Krystalle, die in offene Hohlräume hineinragen, zeigen nur die Formen $a \{100\}$ und $c \{001\}$, siehe Fig. 83. Er ist einachsigt positiv.

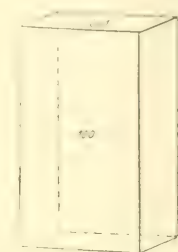


Fig. 83. Apophyllit,
 $\{100\}$, $\{001\}$,
Kleven-Tunnel bei Grua.

Hier ist er wohl ein Kontaktprodukt nordmarkitischer Tiefengesteine,

Heulandit.

Dieser Zeolith findet sich an mehreren Orten in den Kontaktzonen des Kristianiagebietes, am schönsten in einem kleinen Schurf an der Südseite von Viksbergene in Hadeland. An der unmittelbaren Grenze des Essexits gegen kalkreiche silurische Schichten sind Zinkblende und Kupferkies angereichert worden, und zwar finden sich diese Erze längs einem Diabasgang, der unmittelbar an der Grenze aufsetzt. Die Silurschichten sind sehr stark kontaktmetamorphosiert, wobei Granat, diopsidischer Pyroxen und Wollastonit gebildet wurden. Auf Klüften, die zum Teil mit Quarz und gelber Blende angefüllt sind, hat ein Absatz von Zeolithen stattgefunden. Heulandit findet sich in recht großer Menge in durchsichtigen, bis 5 mm. großen Krystallen.

Folgende Formen wurden beobachtet:

M $\{010\}$, N $\{100\}$, T $\{001\}$, P $\{\bar{1}01\}$, vielleicht auch z $\{221\}$.

Die Krystalle sind teils nach $\{010\}$ tafelförmig, wie Fig. 84 zeigt, teils nach der b-Achse verlängert.

Die Messungen stimmen einigermaßen mit den für Heulandit angegebenen Werten, die Abweichungen haben ihren Grund in der Unvollkommenheit meiner Krystalle.

| | Gemessen | Berechnet (DES CLOIZEAUX) |
|---------------------|------------|------------------------------|
| $(100):(001)$ | $63^0 10'$ | $63^0 40'$ |
| $(100):(10\bar{1})$ | 49 35 | 50 20 |
| $(001):(\bar{1}01)$ | 66 13 | 66 0 |

Das optische Verhalten wurde in einem Spaltblättchen nach $\{010\}$ untersucht. Der Krystall zeigte deutlich zonaren Aufbau, außerdem wechselte die optische Orientierung derselben Schicht in den Anwachskegeln verschiedener Flächen. In allen Feldern steht die erste positive Mittellinie senkrecht auf $\{010\}$. Die Ebene der optischen Achsen ist teils nahe parallel der Fläche T $\{001\}$, teils senkrecht darauf. Der äußere Achsenwinkel $2E$ schwankt zwischen etwa 10^0 und etwa 50^0 .

Auf den Drusenräumen des Nordmarkits kommt Heulandit ebenfalls vor; ich fand ihn an der Südostseite des Aarvoldaas.

Auch an andern Stellen findet sich Heulandit, z. B. in kleinen Krystallen auf dem Helvinorkommen von Hörtekollen¹. Er zeigt dieselben Formen, wie der von Viksbergene. Er ist jünger, als die andern Mineralien.

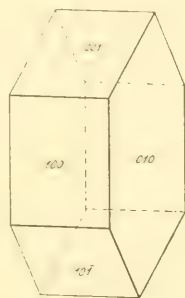


Fig. 84. Heulandit,

$\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}01\}$
Viksbergene.

Desmin.

Dies ist der verbreitetste Zeolith in unsern Kontaktzonen; er findet sich teils in Kalksilikatgesteinen, teils in den Drusenräumen der angrenzenden Eruptive.

Viksbergene, Hadeland: Hier findet er sich zusammen mit Heulandit (siehe diesen) in radialstrahlig angeordneten weißen Stengeln. Die Individuen erreichen eine Länge von mehreren Centimetern. Spalt-

¹ In dem Verzeichnis der dort vorkommenden Mineralien (p. 93) ist er versehentlich ausgelassen.

blättchen zeigen die optische Normale eines negativen Krystalls, respektive die stumpfe Mittellinie γ . Die Bisektrix α liegt ungefähr in der Längsrichtung der Stengel.

Aarvold: Desmin kommt in kleiner Menge in einer Scholle von Kalksilikathornfels, vor, die östlich vom Axinitvorkommen im Aarvoldslal im Nordmarkit eingeschlossen ist. Hier habe ich ihn nur im Dünnschliff beobachtet, das Gestein besteht wesentlich aus Quarz, Wollastonit und diopsidischem Pyroxen (vergl. p. 198).

Sata bei Konnerudkollen: Desmin ist hier sehr häufig, teils in typischen garbenförmigen Aggregaten, teils in deutlicheren Einzelindividuen. Letztere sind nach dem gewöhnlichen Gesetz verzwillingt und zeigen die Formen $T \{010\}$, $M \{001\}$, $r \{110\}$.

Die Krystalle erreichen eine Länge von mehreren Centimetern. Die optische Orientierung ist die gleiche, wie beim Desmin von Viksbergene.

Der Desmin ist meist auf Drusenräumen der Kalksilikatmasse angewachsen, mitunter bildet er in radialstrahligen Massen die Ausfüllung von Sprüngen. Er ist teils hell bräunlich gefärbt, teils ist er farblos.

In der näheren Umgebung von Konnerudkollen fand ich Desmin öfters auf Drusenräumen des Granitits nahe der Grenze. Auch bei der Eisengrube von Narverud ist er auf Drusenräumen des Granitits ganz gewöhnlich.

Im Granitit ist er übrigens nicht ausschließlich auf die Grenzzone beschränkt, ich fand ihn in den Steinbrüchen im Drammenstal etwa 200 M. unterhalb des Lakkolithendaches. Er ist hier ein sehr gewöhnlicher Zeolith in den Granititdrusen.

Harmotom.

Harmotom ist der gewöhnlichste Zeolith in den Drusenräumen des Nordmarkits von Aarvold. Hier sind sie als jüngstes der Drusenminerale aus dem letzten Rest des magmatischen Wassers auskrystallisiert.

Wohl mit magmatischem Wasser ist Harmotom an einem Vorkommen im Nebengestein des Nordmarkits abgesetzt worden, und zwar im umgewandelten Rhombenporphyr von Movand an der Nordbahn. Das mineralogische Institut besitzt von dort einige Stücke, die auf einer Exkursion von Herrn Prof. BRÖGGER gesammelt wurden. Der Rhombenporphyr ist an der Grenze gegen Nordmarkit ungemein stark umgewandelt, er ist stark epidotisiert und zum Teil mit Schwefelkies erfüllt. Auch der Nordmarkit der Grenze zeigt Schwefelkies-Anreicherungen. Im Rhombenporphyr findet man faustgroße Kalkspatknollen, wohl ehemalige Mandelräume. Im Kalkspat

findet sich reichlich blauer Fluorit und Epidot, auf offenen Hohlräumen erkennt man kleine Krystalle von Albit und Harmotom. Letzterer bildet die gewöhnlichen kreuzförmigen Zwillinge mit Endbegrenzung durch $m \{110\}$. Dieselbe Krystallform ist auch die gewöhnliche des Harmotoms in den Drusenräumen des Nordmarkits. Der von BRÖGGER (Z. K. 16, p. 648) beschriebene Morvenit ist in den Drusenräumen entschieden weniger häufig.

Analcim.

Dieses Mineral ist wenig verbreitet unter unsern Kontaktmineralien. Ich fand Analcim als Umwandlungsprodukt des Skapoliths (und Cancrinit?) von Aarvold (siehe p. 317). An der Grenze der kleinen Essexitmasse von Gaaseen im Kristianiafjord kommt er in winzigen Ikositetraedern vor (gefunden vom Verf. auf einer Exkursion des Prof. BRÖGGER).

Laumontit.

In der Sammlung des mineralogischen Instituts befindet sich eine kleine Stufe mit Laumontit, die nach der Etiquette aus einem Diabasgang in der Eisengrube von Aaserud stammt. Wie man an dem Stück sieht, kommt der Laumontit in kleinen spießigen Krystallen auf Klüften des Diabases vor. Er ist, wie Laumontit gewöhnlich, durch Wasserverlust teilweise zerfallen.

Natrolith.

Zusammen mit dem Apophyllit von Grua (siehe Apophyllit p. 470) kommen im Kalkspat radialstrahlige Natrolithmassen vor. Der Natrolith ist hell gelblich gefärbt. Er ist älter als der Apophyllit. Die Längsrichtung der einzelnen Fasern entspricht der Schwingungsrichtung γ' .

Unter den Zeolithen, die bei der Umwandlung des Skapoliths von Aarvold (siehe p. 317) entstanden sind, kommt Natrolith in geringer Menge vor. Ich habe ihn nur im Dünnschliff beobachtet, wo er fächerförmige Aggregate dünner Prismen bildet.

Meist findet man nur wenig Natrolith auf Sprüngen des Analcims, seltener ist Natrolith das Hauptprodukt bei der Umwandlung des Skapoliths.

Titanit.

Titanit findet sich in vielen Hornfelsen, wo er ohne Zufuhr von Titansäure gebildet ist. An manchen Stellen ist er dagegen unter Mitwirkung pneumatolytischer Prozesse entstanden.

Der Titanit der Hornfelse ist auf die Gesteine mit mittlerem und hohem Kalkgehalt beschränkt. In kalkarmen Hornfelsen findet sich die Titansäure in Form von Rutil (selten), Ilmenit oder Biotit. Letzterer enthält sehr oft den gesamten Gehalt des Gesteins an Titansäure. Erst in den Kalksilikathornfelsen ist Titanit ein regelmäßiger Gemengteil (von Klasse 7 an). Der Titanit der Kalksilikathornfelse bietet nichts weiter von Interesse, er bildet in Dünnschliffen gewöhnlich spitzrhombsche Durchschnitte mit den gewöhnlichen optischen Eigenschaften.

Unter den Kontaktprodukten kalkreicher Einlagerung in dem cambrischen Alaunschiefern gibt es einige, die reich an Titanit sind. Der Titanit in diesen zeichnet sich durch seinen ungemein kräftigen Pleochroismus aus; ich fand in vielen Fällen γ intensiv blutrot, α schwach grünlich, fast farblos. Der Pleochroismus kommt in einigen Fällen dem des Biotits an Stärke gleich. Die übrigen optischen Eigenschaften sind die des gewöhnlichen Titanits, hohe Lichtbrechung und starke Doppelbrechung. Kleiner Achsenwinkel, starke Achsendispersion $\rho > v$ um die erste positive Mittellinie. Auch die spitzrhombsche Begrenzung der Durchschnitte ist wie bei gewöhnlichem Titanit.

Als Fundorte mögen erwähnt werden: Kalkreiche Kontaktgesteine von Elsjökongen (Hakedal), z. B. die Prehnitführenden Hornfelse. Im Hedenbergitskarn vom Knephaugfeld (Hakedal) erreichen seine Individuen eine Größe von mehreren Millimetern. In kalkreicheren Schichten der Alaunschiefer von Gunildrud am Ekernsee kommt dasselbe rote Titanitmineral sehr häufig vor.

BRÖGGER fand roten Titanit in großer Menge im Kalksilikathornfels von Gunildrud (»Die silurischen Etagen 2 und 3«, p. 350). Diese Gesteine sind aber nicht umgewandelte Sedimente, sondern kontaktmetamorphe Injektionsgänge vom Gangfolge des Essexits (vergl. im geol. Teil p. 59). Diese Gesteine enthielten von Anfang an reichlich Titansäure (wohl wesentlich in Ilmenit).

Der Titanit in diesen Gesteinen ist oft in denselben Farbentönen pleochroitisch, wie der oben beschriebene, der Pleochroismus ist aber nie so stark. BRÖGGER gibt denselben Titanit aus einem Hornfels von Nevlungshavn an. Ich habe einen Dünnschliff desselben Gesteins untersucht; blaßroter, pleochroitischer Titanit kommt massenhaft vor, er ist wohl zugeführt.

Auf manchen unser Kontaktlagerstätten kommt Titanit so reichlich im Kalk vor, daß man an eine Zufuhr von Titansäure denken muß. Folgende Beispiele können genannt werden: Nysæter bei Grua, hier enthält der umgewandelte Kalkstein stellenweise viel Titanit. Glomsrudkollen bei Aamot, hier wird der Epidot-Orthit (siehe diesen) im Kalk von Titanit be-

gleitet. Auch in den Kalksteinen vieler anderer Erzlagerstätten ist Titanit ein gewöhnliches Mineral; er ist meist licht bräunlich gefärbt und nur ganz schwach pleochroitisch.

In der endomorphen Kontaktzone der Tiefengesteine ist Titanit stellenweise angereichert. Man sieht dies sehr schön an Hornfelseinschlüssen im Nordmarkit des Aarvoldaas, nordöstlich von Kristiania. Um Einschlüsse von Kalksilikathornfels herum ist der Syenit oft sehr reich an centimetergroßen braunen Titanitkrystallen. Selbst um kleine, etwa handgroße, Einschlüsse beobachtet man mitunter die Anreicherung von Titanit.

An der Grenzzone gegen die Axinit-führende Kalksilikatscholle an der Ostseite des Tals von Aarvold ist Titanit ebenfalls angereichert. Er findet sich mitunter reichlich zwischen den Skapolithstengeln der Nordmarkitgrenze, in der aplitischen Grenzzone des Nordmarkits ist er auch reichlich vorhanden. Zusammen mit Orthit kommen gute Titanitkrystalle auf aplitischen Adern vor, welche die Grenze der Hornfelsschollen umsäumen. Die ein paar Millimeter langen Krystalle haben pseudorhomboëdrischen Habitus mit gleichstarker Entwicklung von $m \{110\}$ und $c \{001\}$ (Aufstellung nach DES CLOIZEAUX). Die Winkel, die ich an einem solchen Krystall maß, entsprechen gut den für Titanit angegebenen Werten. Der Krystall zeigte folgende Flächen: $a \{100\}$, $c \{001\}$, $m \{110\}$, $n \{111\}$, $t \{111\}$, $l \{112\}$. Der Krystall bietet nichts von besonderem Interesse, so daß ich von einer Wiedergabe der Winkeltabelle absehe. Nicht selten findet man Zwillinge nach $a \{100\}$. Die Titanitkrystalle in der Grenzzone des Nordmarkits sind im Dünnschliff nur ganz schwach pleochroitisch in hellbraunen Tönen.

Aus den Kontaktzonen des Granitits kenne ich ein typisches Beispiel für endomorphe Anreicherung von Titanit. Es ist dies ein kleiner Schurf auf Zinkblende südwestlich von der Aaserud Eisengrube. Im Schurf ist die unmittelbare Grenze zwischen Granitit und Granatfels aufgeschlossen. Der Granitit zeigt selbst ungemein starke pneumatolytische Umwandlung, das Gestein ist teilweise fluoritisiert (vergl. unter Fluorit). In der Grenzzone des Granitits finden sich massenhaft mehr als centimetergroße Titanitkrystalle. Die hell lederbraunen Krystalle zeigen im Dünnschliff nur sehr schwachen Pleocliroismus. Sie sind vor der Verfestigung des Gesteins krystallisiert, sie sind gegen alle andern Mineralien idiomorph begrenzt.

Titanit ist neben Feldspaten und Quarz das gewöhnlichste Drusenmineral in den Tiefengesteinen des Kristianiagebiets. In den magmatischen Dämpfen (und dem magmatischen Wasser) war also Material zur Titanitbildung vorhanden. Das mag die Anreicherung von Titanit in manchen pneumatolytischen Kontaktzonen bewirkt haben.

Apatit.

In fast allen Tonschiefer-Mergelschiefer-Hornfelsen kann man Apatit nachweisen, sobald die Korngröße des Gesteins eine Bestimmung ermöglicht. Seine Menge ist aber stets ganz unbedeutend. Meist bildet er lange Nadeln im Feldspat der Hornfelse. Seine optischen Eigenschaften lassen ihn leicht erkennen (hohe Lichtbrechung, geringe Doppelbrechung, negativer Charakter der Längsrichtung). Es wäre zwecklos, die einzelnen Fundorte aufzuzählen. Er ist in diesen Gesteinen aus dem Phosphatgehalt der Sedimente gebildet.

Ferner findet er sich in manchen Kontaktgesteinen, die unter Mitwirkung pneumatolytischer Prozesse entstanden sind (in den Mangansilikatfelsen von Aarvold, in vielen Albit-Epidotgängen, in manchen Hedenbergitfelsen).

In etwas größeren Krystallen kommt Apatit an folgenden zwei Fundorten vor.

Grua-Tunnel, Hadeland: Auf mehreren Uralitstufen im mineralogischen Institut sitzen bis 3 cm. lange grüne Apatitkrystalle. Der Apatit ist jünger, als der Pyroxen und Granat, aber älter, als die Bildung des Uralits, da er oft ganz von der neu entstandenen Hornblende umhüllt ist.

Ich habe selbst einiges Material von Apatit gesammelt und konnte mit Essigsäure recht gute langprismatische Krystalle aus dem Kalkspat herausätzen, der die ursprünglich leeren Drusenräume füllt. Sie zeigen vorherrschend das Prisma $m\{10\bar{1}0\}$ und die Basis $c\{0001\}$, dazu treten noch $y\{20\bar{2}1\}$, $s\{11\bar{2}1\}$, sowie vereinzelt Flächen von $a\{11\bar{2}0\}$.

| | Gemessen | Berechnet (KOKSCHAROW) |
|-------------------------|------------------|---------------------------|
| $(11\bar{2}1) : (0001)$ | $55^{\circ} 45'$ | $55^{\circ} 45,5'$ |
| $(20\bar{2}1) : (0001)$ | $(59 \ 48)$ | $59 \ 29$ |

Die qualitative chemische Untersuchung zeigte viel Fluor, daneben nur wenig Chlor.

Hörtekollen: In der Magnetit-Flußspat-Helvin-Masse von Hörtekollen kommt Apatit stellenweise vor. Im Dünnschliff könnte man ihn zwar leicht mit Beryll verwechseln (beide haben schwache negative Doppelbrechung), die chemische Untersuchung ergab aber Apatit. Ein isolierter Krystall löste sich in Salpetersäure und gab Reaktionen auf Phosphorsäure. Auf Drusenräumen erreichen die Apatitkrystalle eine Länge von mehreren Millimetern, es sind farblose hexagonale Prismen mit Basis.

Aggregate gelblicher hexagonaler Prismen von demselben Fundort sind nicht Apatit, sondern Quarz.

Das Vorkommen von Apatit zusammen mit den pneumatolytischen Kontaktmineralien ist nicht weiter erstaunlich, auch auf den Drusenräumen des Nordmarkits kommt er vor. Im Steinbruch an der Südostseite des Aarvoldsaa's fand ich farblose und hellgrüne Krystalle, einer der letzteren zeigte: m $\{10\bar{1}0\}$, a $\{11\bar{2}0\}$, c $\{0001\}$, o $\{10\bar{1}1\}$, s $\{11\bar{2}1\}$. Die Winkel stimmen gut auf Fluorapatit.

Es ist sehr auffällig, daß Apatit auf den gewöhnlichen Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets nirgends in *größerer Menge* auftritt. Das Fehlen des Apatits ist um so auffällender, wenn man die Häufigkeit des Minerals auf den Zinnsteingängen bedenkt. Bei den pneumatolytischen Prozessen, die zur Bildung der Kontaktlagerstätten im Kristianiagebiet führten, muß irgend eine Ursache die Zufuhr flüchtiger Phosphorhalogenide verhindert haben.

Auch Wolframverbindungen, die auf andern Kontaktlagerstätten (und den meisten Zinnsteingängen) häufig sind, scheinen auf den Kontaktlagerstätten des Kristianiagebiets zu fehlen, wenigstens sind sie bis jetzt nie nachgewiesen.

Wulfenit.

Wulfenit findet sich in geringer Menge in den Gruben von Konnerudkollen. Ich fand ihn auf einer Bleiglanzstufe aus dem Kontaktstollen. Auf dem zerfressenen Bleiglanz sitzen, als Umwandlungsprodukt desselben, zahlreiche, bis millimetergroße, Krystalle von Wulfenit.

Die Krystalle zeigen einen recht ungewöhnlichen Habitus, sie sind spitzpyramidal. Die etwas gerundeten Pyramidenflächen geben sehr schlechte Reflexe, die Messungen stimmen am nächsten auf die Grundpyramide $\{111\}$.

Auf den ersten Blick erinnern die gelbgrauen Krystalle weit mehr an Stoltzit als an Wulfenit, eine qualitative Prüfung ergab aber mit Sicherheit die Gegenwart von viel Molybdänsäure.

Kobaltblüte.

Dieses Mineral ist auf der Eisengrube von Nikkerud, südwestlich von Drammen, gefunden worden, es ist ein Verwitterungsprodukt des Kobaltglanzes. In der Sammlung des mineralogischen Instituts fand sich unter Kobaltglanz eine Stufe mit Kobaltblüte von diesem Fundort¹. Das Vorkommen selbst ist nicht zugänglich, da die Eisengrube voll Wasser steht. In früherer Zeit muß das Mineral recht reichlich vorgekommen sein. HANS STRÖM

¹ Wahrscheinlich von KJERULF gesammelt.

sagt in seiner Beschreibung des Kirchspiels Eker 1784, p. 58: »Ich selbst habe diese Grube besucht, die nicht tief ist, und ihre Wände ganz rot von Kobalt gefunden, welches man Kobaltblüte oder Kobaltbeschlag nennt.« Er nennt die Grube »Aaserud- oder Nikkerud-Grube«, es sind die Nikkerud-Gruben gemeint.

Ich fand Kobaltblüte als dünnen Anflug auf Quarz auf den Halden der Dale-Gruben in derselben Gegend.

Gips.

Gips kommt stellenweise als sekundäres Mineral auf unsern Kontaktlagerstätten vor, wo er durch Einwirkung von Sulfaten der Schwermetalle auf Kalkstein entstanden ist. Die Sulfate sind durch atmosphärische Oxydation der Sulfide gebildet.

Derartiger Gips findet sich z. B. auf den Lagerstätten von Hakedal vor. Auch außerhalb der Kontaktzonen ist Gips übrigens ein gewöhnliches Mineral in den Alaunschiefern des Kristianiagebiets, wo er durch Oxydation des Schwefelkieses in der Nähe von Kalkschichten entsteht (vergl. BRÖGGER: »Die silurischen Etagen 2 und 3«, p. 7).

Zinkvitriol.

Am Ausgehenden mancher Zinklagerstätten findet sich Zinkvitriol in geringer Menge als weiße Ausblühung auf den Erzen. Ich selbst habe dieses Salz nicht näher untersucht, bei Grua (Nysæter) soll es als schwefelsaures Zink identifiziert worden sein.

Nachtrag zum petrographischen Teil.

Erst nach der Drucklegung des petrographischen Teils wurde mir O. H. ERDMANNSDÖRFFERS interessante Arbeit über den Eckergneis im Harz (Jahrb. k. pr. Landesanst. 30, 1909, p. 324—388) zugänglich.

Die Hornfelse aus dem normalen Kontakthof, die er beschreibt (l. c., p. 333—341), stimmen vollständig mit denen des Kristianiagebiets überein. Von ganz besonderem Interesse sind Hornfelse der Klassen 3 und 4, die nach der Beschreibung absolut identisch mit Hornfelsen derselben Klassen im Kristianiagebiet sind. Die Analysen, die von Hornfelsen der Klasse 3 mitgeteilt werden, stimmen sehr gut mit den von mir gefundenen Relationen zwischen Mineralbestand und Zusammensetzung der Kontaktgesteine (vergl. im petrographischen Teil meiner Arbeit p. 128—143 und p. 154—158).

Unter den Kalksilikathornfelsen sind Vertreter der Klasse 3 (Grossular-Plagioklas-Diopsid-Hornfelse) hervorzuheben; für diese Klasse waren bis jetzt nur wenige Beispiele bekannt (vergl. in meiner Arbeit p. 192—193 und p. 196 unten).

Die von ERDMANNSDÖRFFER beschriebenen Eckergneise sind sehr wichtig für den Vergleich zwischen Kontaktgesteinen und dynamometamorphen Gesteinen. Ich kann ihm aber nicht beistimmen, wenn er den Habitus der Eckergneise auf einen hydrostatischen Druck von nur 540 kg. per cm^2 zurückführt. Für die Kontaktgesteine des Kristianiagebiets läßt sich der Druck während der Metamorphose mit erheblich größerer Genauigkeit zu mindestens 420 kg. per cm^2 feststellen (vergl. in meiner Arbeit p. 104); die Kontaktgesteine des Kristianiagebiets zeigen aber nicht einmal Andeutungen der Parallelstruktur.

Wir können demnach mit Sicherheit annehmen, daß ein Belastungsdruck von 400—500 kg. per cm^2 während der Kontaktmetamorphose nicht genügt, um Gesteine vom Typus der Eckergneise zu bilden. Entweder

muß im Harz ein sehr viel größerer Belastungsdruck vorgelegen haben, oder aber war die Injektion der dortigen Tiefengesteine mit intensivem Streß der Sedimenthülle verknüpft.

Für einen sehr hohen Druck während der Entstehung der Ecker-
gneise spricht ganz besonders *das Herabrücken des Granats in niedrigere*
(kalkärmere) Hornfelsklassen (vergl. in meiner Arbeit p. 195), *entsprechend*
BECKES *Volumgesetz*.

ALPHABETISCHES REGISTER ZUM MINERALOGISCHEN TEIL.

| | Seite | | Seite |
|---------------------------------------|----------|---------------------------------------|---------------|
| Albit | 301, 303 | Eisenglanz | 269 |
| Allochroit | 373 | Epidot | 410 |
| Amphibol | 352 | Epidot-Orthit | 416 |
| Analcim | 473 | Fahlerz | 268 |
| Andalusit | 466 | Feldspate | 290 - 307 |
| Andradit | 368 | Flußspat | 233 |
| Anomale Doppelbrechung des Granats . | 379 | Gips | 478 |
| Anorthit | 292, 305 | Granat | 361 |
| Antimonglanz | 245 | Grossular | 362 |
| Arsen kies | 263 | Andradit | 368 |
| Apatit | 476 | Graphit | 231 |
| Apophyllit | 469 | Greenockit | 257 |
| Apophysenfeldspate | 305 | Harmotom | 472 |
| Aragonit | 288 | Hedenbergit | 339 |
| Aurichalcit | 290 | Helvin | 394 |
| Axinit | 448 | Heulandit | 470 |
| Beryll | 357 | Hypersthen | 321 |
| Biotit | 404 | Idokras, siehe Vesuvian | 425 |
| Bleiglanz | 245 | Ilvait, siehe Lievrit | 402 |
| Blende, siehe Zinkblende | 250 | Inesit | 392 |
| Bornit, siehe Buntkupfererz | 268 | Kalifeldspat | 290, 291, 305 |
| Brauneisenstein | 282 | Kaliglimmer, siehe Muskovit | 403 |
| Braunstein | 282 | Kalkspat | 282 |
| Broncit, siehe Hypersthen | 321 | Kaolin | 410 |
| Buntkupfererz | 268 | Kieselzinkerz | 399 |
| Bustamit | 332 | Kobaltblüte | 477 |
| Calcit, siehe Kalkspat | 282 | Kobaltglanz | 263 |
| Cerussit | 288 | Kobalthaltiger Willemitt | 389 |
| Chlorit | 409 | Kupfer | 233 |
| Cordierit | 358 | Kupferglanz | 249 |
| Desmin | 471 | Kupferkies | 264 |
| Diopsidische Pyroxene | 335 | Kupferlasur | 289 |
| Dolomit | 287 | | |

| | Seite | | Seite |
|---|---------------|---|-------|
| Laumontit | 473 | Schwefelkies | 261 |
| Lievrit | 402 | Serpentin | 410 |
| Magnetit | 272 | Silberglanz | 250 |
| Magnetkies | 258 | Skapolith | 397 |
| Malachit | 289 | Smaragd, siehe Beryll | 357 |
| Manganhaltiger Wollastonit | 327, 328, 329 | Sphenoklas | 359 |
| Messingblüte | 290 | Tafelspat, siehe Wollastonit | 324 |
| Mikroclin | 291 | Talk | 410 |
| Molybdänglanz | 260 | Titaneisen | 272 |
| Muskovit | 193 | Titanit | 473 |
| Natrolith | 473 | Topas | 467 |
| Natronfeldspat | 301, 303 | Turmalin | 447 |
| Optische Studien am Vesuvian | 436 | Uralit | 345 |
| Orthoklas | 290 | Wad | 282 |
| Orthit | 420 | Weißbleierz, siehe Cerussit | 288 |
| Paläoalbit | 312 | Willemitt | 389 |
| Plagioklas | 292—307 | Wismut | 232 |
| Prehnit | 385 | Wismutglanz | 242 |
| Pyrit, siehe Schwefelkies | 261 | Wismuthaltiger Bleiglanz | 248 |
| Pyroxen, rhombischer | 321 | Wismutocker | 269 |
| — Wollastonit | 324 | Wollastonit | 324 |
| — Bustamit | 332 | Wulfenit | 477 |
| — diopsidischer | 335 | Vesuvian | 425 |
| Quarz | 276 | Zinkblende | 250 |
| Rotzinkerz | 268 | Zinkspat | 287 |
| Rutil | 279 | Zinkvitriol | 478 |
| | | Zinnstein | 280 |
| | | Zirkon | 280 |

Berichtigungen.

- Pag. 6. Zum Literaturverzeichnis ist hinzuzufügen: GABRIEL JARS „Metallurgische Reisen“, Bd. III, p. 118 (deutsche Uebersetzung, Berlin 1785). Hier wird eine kurze Beschreibung der Gruben von Konnerud bei Drammen gegeben.
- „ 7. Linie 4 v. o. Lies TH. SCHEERER statt TH. SCHEBRER.
- „ 69. „ 19 v. o. „ Sedimenten statt Sedimente.
- „ 72. „ 15 v. o. „ keilförmige statt kielförmige.
- „ 93. „ 8 v. o. „ Flußspatgang statt Fußspatgang.
- „ 138. Anm. 1. Linie 2 v. o. „ Umsetzung statt doppelten Umsetzung.
- „ 155. Linie 11 v. u. „ und statt og.
- „ 182. „ 15 v. o. „ $26^{0/10}$ An. statt $24^{0/10}$ An.
- „ 250. „ 1 v. o. „ Kupferglanz statt Kupferkies.
- „ 290. „ 1 v. o. „ Bisektrix statt Bisentrix.
- „ 303. „ 10 v. o. „ $\{110\}$ statt $\{100\}$.
- „ 378. „ 3 v. u. „ $2,91 : 1,00 : 2,98$ statt $2,98 : 1,00 : 2,91$.
- „ 309. „ 0 v. u. „ Atomverhältnis statt Molekularverhältnis.
- „ 414. „ 10 v. u. „ $\{010\}$ statt $\{100\}$.
- „ 457. „ 17 v. o. „ $\{1.1.18\}$ statt $\{1.1.12\}$.
- „ 457. „ 18 v. o. „ $\{1.1.12\}$ statt $\{1.1.18\}$.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER
INSEKTEN-VERTILGENDE PILZE
BEI DEN LETZTEN KIEFERNSPINNEREPIDEMIEEN
IN NORWEGEN

VON

OLAV JOHAN OLSEN SOPP

MIT 5 TAFELN UND 5 ABBILDUNGEN IM TEXT

(VIDENSKAPSELSKAPETS SKRIFTER. I. MAT.-NATURV. KLASSE 1911. No. 2)

UTGIT FOR FRIDTJOF NANSENS FOND

KRISTIANIA
IN KOMMISSION BEI JACOB DYBWAD

1911

Fremlagt i fællesmotet den 27de mars 1908.

INHALTSVERZEICHNIS.

| | | |
|-------------|--|----|
| Einleitung. | Die letzten Kiefernspinnerepidemien in Norwegen | 1 |
| 1. Kapitel. | Untersuchung der mitgebrachten lebenden Raupen | 9 |
| | a) Untersuchungen über Pilzbefunde in lebendigen Raupen von <i>Gastropacha</i> Pini. Temperaturverhältnisse, Blutverhältnisse. | 10 |
| | b) Ueber kranke Raupen. | 12 |
| 2. Kapitel. | Ueber Pilzbefunde bei toten Raupen; Muscardineformen in Norwegen und Italien. | 13 |
| 3. Kapitel. | Die in Elverum — Österdalen — gefundenen Pilze im Vergleich mit den in Mykland gefundenen Arten (zum Teil auch in Sogn) | 19 |
| 4. Kapitel. | Beschreibung der konstant gefundenen Arten | 22 |
| 5. Kapitel. | <i>Cordyceps norvegica</i> , eine neue Riesenart | 29 |
| 6. Kapitel. | Untersuchung des Bodens auf Insekten-vertilgende Pilze | 38 |
| 7. Kapitel. | Infektions-Versuche mit Raupen etc. des Kiefernspinners und mit anderen Insekten mit den gefundenen Pilzen, besonders mit <i>Cordyceps norvegica</i> . | 40 |
| 8. Kapitel. | Selbstinfektion der Fliegen, Mücken, Wespen und Wanzen im Laboratorium mit <i>Cordyceps</i> . Fundort derselben im Walde in der Nähe des Labora- toriums | 46 |
| 9. Kapitel. | Warum ich eine neue <i>Cordyceps</i> -Art aufgestellt habe | 49 |
| | Schlußfolgerung, Zusammenfassung | 51 |
| | Erklärung der Tafeln und Abbildungen | 55 |

EINLEITUNG.

DIE LETZTEN KIEFERNSPINNEREPIDEMIEN IN NORWEGEN.

Der Kiefernspinner, »der Gramm«, wie die Raupe des Kiefernspinners in Norwegen genannt wird, hat in den letzten Jahrhunderten nicht sehr häufig größere Verheerungen in Norwegen angerichtet. Wenigstens wissen wir davon nichts. Es ist indessen sehr leicht möglich, daß im Inneren des Landes Raupenfraße stattgefunden haben, die als solche nicht erkannt wurden und deshalb auch nicht zur Kenntnis der Behörden gelangt sind.

Darauf scheint wenigstens hinzudeuten, daß in Mykland der »Gramm«-Kiefernspinner lange Zeit, wenigstens 30—40 Jahre, dann und wann aufgetreten ist, ja so zu sagen hier einheimisch, stationär, gewesen ist, ohne daß man bis vor kurzem etwas davon wußte.

Von den trockenen Gegenden des »Östlands« ist es bekannt, daß dort im Laufe der letzten hundert Jahre zwei große Kiefernspinnerepidemien geherrscht haben, und zwar in Österdalen, besonders in Elverum 1812—1816, und später wieder in den Jahren 1900—1904.

Im »Westland« Norwegens kommen große zusammenhängende Waldstrecken nicht so häufig vor, eigentlich nur in Sogn haben wir wirklich große Wälder. Dort hat man auch in den Jahren 1900—1904 einen Raupenfraß gehabt, der aber bald von selbst wieder aufhörte, wie gesagt wird, weil die Raupen krank geworden seien. Ob *Tachina*, oder ein Pilz, die Ursache dazu waren, ist jetzt kaum mehr festzustellen; aber ich habe allen Grund anzunehmen, daß es eine *Tachina* war.

In Sogn hatte schon im Jahre 1811 ein Insektenfraß stattgefunden, wahrscheinlich ein Kiefernspinnerfraß; aber sicher weiß man dies nur von der Epidemie, die hier in den Jahren 1900—1904, allerdings stark begrenzt, auftrat.

Im Jahre 1906 wurde ein Raupenfraß in Sättersdalen — Mykland — beobachtet; es gelang mir, als sehr wahrscheinlich darzutun, daß der Kiefernspinner hier bereits seit 30—40 Jahren gehaust hatte, wenn auch ohne sehr

großen Schaden anzurichten, nur dann und wann war der Waldbestand streckenweise kahl gefressen worden.

Von der Kiefernspinnerepidemie in Elverum in den Jahren 1812—1816 ist es dagegen bekannt, daß große Strecken vollständig baumlos wurden. Vielleicht haben später Waldbrände, durch die vielen ausgetrockneten Stämme und Äste erleichtert, dabei mitgewirkt.

Im Jahre 1902 wurde ich von mehreren Waldbesitzern aufgefordert, mykologische Untersuchungen in Elverum anzustellen. Zum Teil durch eigene Besuche, zum Teil auch von den Forstbehörden habe ich ein sehr reichliches Material dazu erhalten. Über diese Untersuchungen habe ich seinerzeit eine Abhandlung¹ in den Schriften der »Wissenschafts-Gesellschaft in Christiania« veröffentlicht und später in der »Biologischen Gesellschaft« einen Vortrag über weitere Untersuchungen gehalten. Da die Abhandlung sowohl wie der Vortrag² nur in norwegischer Sprache erschienen sind, will ich hier kurz den Hauptinhalt beider mitteilen, damit meine späteren Untersuchungen über die Myklandsepidemie in den Jahren 1906—1907 besser verstanden werden können.

Die Hauptaufgabe in Elverum war erstens nachzuforschen, ob irgend welche Insekten-vertilgende Pilzparasiten vorhanden waren, zweitens durch Versuche darzutun, ob die gefundenen oder welche anderen Pilzparasiten dem Kiefernspinner schaden oder ihn sogar töten konnten. Zu diesem Zweck habe ich mich an alle Forscher gewandt, die sich mit der Vertilgung von Insekten durch Pilze oder mit solchen Pilzen selbst beschäftigt haben. Durch Professor Dr. ALFRED MÖLLER in Eberswalde erhielt ich *Cordiceps militaris*, von P. MAZÉ vom Institut Pasteur *Botrytis Tenella*, *Isaria Destructor*, und *Sporotrichum globuliferum*, von Kral's Laboratorium *Botrytis Bassiana*. Selbst habe ich sehr viele Raupen aus Elverum untersucht und von ihnen einige Pilze gezüchtet.

Weder *Cordyceps*-arten, noch die dazu gehörigen *Botrytis*- und *Isaria*-form waren in Elverum zu finden.

Ich habe wohl Hefen, Bakterien und einige interessante Schimmelpilze in den Raupen selbst sowohl wie im Boden gefunden, aber keine Pilze, die den Kiefernspinner töten oder ihm auch nur schaden konnten.

Uebrigens habe ich auch alle die Forscher, die ähnliche Versuche gemacht hatten, über das Ergebnis ihrer Untersuchungen befragt und beinahe von allen die Antwort erhalten, daß es ihnen nicht gelungen sei, die Laboratoriumsversuche durch Versuche im Freien bestätigt zu finden. Professor

¹ Mykologiske undersøgelser over sop paa furuspinderens larve, i Christiania Videnskabs-selskab, nr. II, 1903.

² Selskabets aarsberetning 1905.

Snow in Kansas meinte allerdings, gute Ergebnisse von der Aussaat von *Sporotrichum globuliferum* gesehen zu haben. ECKSTEIN, TUBEUF, HOWARD, BEWELL u. a. haben alle nur negative Ergebnisse gehabt

In den Raupen fand ich, wie gesagt, mehrere Arten Hefen und Bakterien, von denen wenigstens die eine Form von HOFFMANN beschrieben ist. Aber von sämtlichen gelang es mir nachzuweisen, daß sie nicht für die Raupen pathogen waren; wohingegen sie beweislich sehr wohl in kranke, sehr naße, verhungerte und erfrorene Raupen einzudringen vermochten.

Ein *Penicilium*, das besonders bei wenig widerstandsfähigen Individuen die Füße der Raupen angriff, habe ich ebenfalls gefunden. Im Blut oder im Darm aber gedieh es ebenso wenig, wie die Hefenpilze und die Bakterien in gesunden Raupen, trotz sehr zahlreicher Versuche. Dagegen haben Versuche, die ich mit *Botrytis Tenella* anstellte, dargetan, daß dieser Pilz sehr leicht durch die Haut und den Mund der Raupen eindringt, in ihnen stark wuchert und sie rasch töten kann. Zusammen mit diesem Pilz drangen auch Hefen und Bakterien in die Raupen hinein. *Botrytis Tenella* hat sich bei Laboratoriumsversuchen für die Raupen von *Gastropacha pini* als sehr pathogen gezeigt, sie wächst stark durch die Haut ein, gedeiht auch zum Teil im Erdboden und sollte deshalb eigentlich gegen Raupenfraß anwendbar sein. Da aber dieser Pilz, dessen *Cordyceps* noch nicht bekannt ist, im Boden eine höhere Temperatur als 10° C. verlangt, ist nicht zu hoffen, daß man damit große Erfolge erzielen wird.

Die deutsche Form von *Cordyceps militaris*, die ich von MÖLLER-EBERSWALDE erhielt, und von der ich sehr kräftige Kulturen züchtete, zeigte sich für den norwegischen »Gramm« merkwürdigerweise nicht pathogen.

Botrytis Bassiania von Krals Laboratorium hatte augenscheinlich ihre Virulens verloren, sie verlangt auch eine viel höhere Temperatur. Von Prof. Dr. UGO BRIZI habe ich später verschimmelte Seidenwürmer zugeschickt bekommen, deren Pilze ganz anders virulent waren.

Isaria destructor zeigte sich ganz und gar nicht pathogen für *Gastropacha Pini*. *Sporotrichum globuliferum* dagegen griff sehr energisch die Raupen an und tötete sie sehr bald — in wenigen Tagen. Es zeigte sich jedoch, daß dieser Pilz nicht imstande war, durch die Haut in die Raupen einzudringen. Die Infektion geht stets durch den Mund vor sich, also besonders bei der Nahrungsaufnahme. Dies ist deutlich bei der Sektion der kranken oder toten Raupen zu sehen. Sehr gefährlich aber ist dieser Pilz für Fliegen. Er verlangt übrigens eine noch höhere Temperatur als die anderen. Will man mit ihm eine Seuche hervorrufen, müßte das im Sommer und mitten im Walde geschehen, und zwar durch Sporenzerstäubung in der Luft.

Ich habe auch verschiedene Merkmale und Wachstumsunterschiede der von mir untersuchten Pilze mitgeteilt. Dabei komme ich zu der Schlussfolgerung, daß sich keine einheimischen, pathogenen Schimmelpilze nachweisen lassen, dagegen zwei »importierte«, die im Laboratorium die Raupen auf verschiedene Weise anzustecken, krank zu machen und zu vertilgen vermochten. Versuche im Freien wurden nicht angestellt, und zwar weil die Temperaturverhältnisse sich nicht für diese zwei Pilze eigneten.

Dieser Raupenfraß in Elverum dauerte bis zum Jahre 1904, ja bis ins Jahr 1905 hinein; er wurde durch Leimung bekämpft, aber mit nur zweifelhafter Wirkung. Der Kampf kostete in norwegischem Geld 70 bis 80 000 Kronen und obendrein viele Wälder.

Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß man ernstliche Befürchtungen hegte, als man im Herbst 1906 von dem Ausbruch einer neuen Epidemie in Mykland zu hören bekam.

Ich wurde da von der »Norwegischen Waldgesellschaft« — «det norske Skogselskab» — aufgefordert, an Ort und Stelle mykologische Untersuchungen anzustellen. Vor mir waren bereits ein paar Forstleute dort gewesen und hatten mir durch Statsentomolog SCHÖYEN tote Raupen geschickt. Noch vor meiner Abreise nach Mykland habe ich auf diesen Raupen eine *Cordyceps* konstatiert und auch ein Mycel, das jedoch nicht von dieser stammte. Von beiden habe ich bereits vor meiner Reise Reinkulturen gezüchtet.

Mykland gehört politisch zum Sättersdalen. Zu der Zeit gab es noch keine Eisenbahn dorthin. Man mußte von Kristiania aus mit dem Dampfschiff nach der Stadt Arendal reisen, und von Arendal aus weiter mit dem Wagen beinahe hundert Kilometer landeinwärts fahren; also auch der ganze Transport des Raupenleims mußte mit Wagen und Pferd erfolgen. In Mykland gibt es teilweise sehr große und reiche Kiefernwälder, wenigstens 500 bis 800 Quadratkilometer groß. Der Boden besteht in der Hauptsache aus eruptivem Gestein — meist Granit —, auf dem nur einige Centimeter grobe Erde lagern; nur in den Tälern ist der Boden etwas humusreicher. Eine ganze Unmasse von kleinen Binnenseen bilden natürliche Abgrenzungen zwischen den einzelnen Waldungen. Da die Kiefern außerdem hier nicht sehr dicht stehen und wahrscheinlich auch sehr langsam wachsen, können sich die Kiefernspinner nur langsam und nicht über sehr große Strecken verbreiten.

Während meiner Anwesenheit gelang es mir, von den Bewohnern in Erfahrung zu bringen, daß mehr oder weniger große Raupenfräße hier vor 6, 10 bis 12, vor 18 bis 20 und vor 30 bis 40 Jahren stattgefunden hatten, ja vielleicht in noch früherer Zeit. Waldleute und Holzhauer hatten viele Jahre hindurch den »Gramm« — die Kiefernspinnerraupe — hier beob-

achtet; er schien also hier schon seit langer Zeit endemisch gewesen zu sein.

Als ich mich zum ersten Mal dort aufhielt — im Dezember 1906 —, waren die Raupen bereits in die Erde gekrochen. An vielen Stellen war der Fraß so stark gewesen, daß die meisten Bäume schon ganz kahl waren; dies war aber nur stellenweise der Fall. Unter diesen Bäume fand ich sehr viele verschimmelte Raupen. Auch der Erdboden zeigte sich an diesen Stellen von einem ganz besonderen Pilzmycel durchwuchert. Häufig stand dieses Mycel in direkter Verbindung mit den toten, verschimmelten Raupen, die zum Teil mumifiziert waren. Ich fand deren mehrere Sorten: Zum Teil, ja meistens, weiße Mumien, zum Teil aber auch gelb-rote, braune und grau-grüne. Viele der Mumien waren ganz frei von Schimmel. Unter einigen besonders stark abgefressenen Bäumen fand ich mehr als 100 Raupen, von denen 80 % mumifiziert oder verschimmelt waren; unter den nicht so stark angegriffenen Bäumen auch viele noch lebendige Raupen, aber überall fand ich doch einige Mumien oder verschimmelte Individuen. Von allen diesen Stellen habe ich Erdproben mitgenommen. Mit einer reichen Ausbeute an toten und lebendigen Raupen, sowie vielen Erdproben, reiste ich nach Hause, wo ich sofort meine Untersuchungen fortsetzte. Ich ließ mir auch später einige Proben besonders von lebendigen Raupen nachschicken. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen mit diesem Material werde ich hier mitteilen.

Mein Eindruck, den ich schon bei meinem ersten Besuch in Mykland bekam, war, daß ein Pilz, wahrscheinlich eine Cordyceps, schon die Raupen sehr stark angegriffen und anscheinend bereits die Uebermacht bekommen hatte. An allen Stellen fand ich ausnahmsweise schon verschimmelte oder wenigstens tote Raupen in der Erde; das war Anfang Dezember 1906. An einigen Stellen zwar fand ich nur ein paar Prozent tote Raupen; aber unter Bäumen, wo der Fraß bereits längere Zeit angedauert hatte, wie erwähnt, bis zu 80 %, ja an einer Stelle sogar 95 % »Mumien«. Ein Schneefall verhinderte damals weitere Untersuchungen an Ort und Stelle. Bei meiner Heimkehr habe ich den Forstbehörden, den örtlichen sowohl wie den staatlichen, und der Oberleitung der »Waldgesellschaft«, auf Anfragen hin, davon abgeraten, viele und kostspielige Leimungen vorzunehmen. Damit war auch ein von der Waldgesellschaft ausgesandter praktischer Forstmann einverstanden. Nur an einigen Stellen mit samentragenden Kiefern, wo die Bäume besonders dicht standen, schlug ich vor, versuchsweise für einige tausend Kronen zu leimen — der Leim mußte, wie ich bereits erwähnte, mehr als 50 Kilometer weit auf Pferden oder Wagen hingeschafft werden. — Ich war mir sehr wohl bewußt, welch große

Verantwortung ich durch mein direktes Abraten auf mich nahm; aber besonders nachdem ich den Pilz im Erdboden hatte wuchern sehen, war ich so fest von der Uebermacht der Pilze überzeugt, daß ich es für völlig unmöglich hielt, daß sie in dem Kampfe nicht siegen sollten. Die Leimungen wurden denn auch in der vorgeschlagenen Weise ausgeführt, aber erst im Februar bis März.

Schon damals konnte man deutlich sehen, daß sehr viele Würmer überwintert hatten, ohne von den Pilzen angegriffen zu sein. Und im April—Mai fingen denn auch sehr viele Raupen an, lebendig zu werden, an den Stämmen hinaufzukriechen und zu fressen, um sich darauf im Juni einzupuppen.

Die Gefahr eines sehr großen Raupenfraßes im Jahre 1907 wurde immer drohender. Ich berechnete, daß der Kieferspinner sich schon über eine Fläche von etwa 600 Quadratkilometer verbreitet hatte. Es wurden bereits Klagen laut, daß ich einen schlechten Rat gegeben, und ich selbst begann, etwas ängstlich zu werden, wenn ich, besonders an den Leimungen, die vielen lebendigen Raupen hängen sah.

Aber schon im Sommer 1907 war deutlich zu sehen, daß sich die Raupen nicht wohl befanden. Sie fraßen nicht mehr so eifrig und richteten auch weiter keinen großen Schaden an. Das untrüglichsste Symptom, die »Schlaffsucht«, war in sehr häufigen Fällen zu beobachten. Gegen den Herbst hin wurden die Raupen immer kränker, und im August—September waren sie fast überall verschwunden. Im Oktober war unter den Bäumen beinahe gar keine lebendige Raupe mehr zu entdecken. Dagegen waren sehr viele große, rothe Cordycepsfrüchte überall im Walde zu finden. Als ich im November neues Untersuchungsmaterial haben wollte, wurde mir mitgeteilt, daß keine Raupen mehr zu finden wären, aber Pilze könnte ich so viele bekommen, wie ich nur wünschte. Die Raupen hatten auch den ganzen Sommer über nur wenig Schaden angerichtet, obschon es sich zeigte, daß der Kieferspinner in dem Jahre bis hinauf nach Aamli vorgedrungen war, wo Norwegens herrlichste Kiefernwälder sind.

Die Macht des Kieferspinners war für dieses Jahr durch den Pilz (oder die Pilze) gebrochen. Allerdings waren die Bedingungen gerade ungemein günstig gewesen für die Pilzwucherung, und besonders für diese Pilzart, deren Wachstumsgrenze, wie ich später zeigen werde, zwischen $\div 2^0$ und $+ 25^0$ Celsius liegt, und deren Optimum $+ 12$ bis 15^0 ist. Der Sommer 1907 war außerordentlich feucht, kalt und stürmisch. Es mag sein, daß es nicht so viel regnete, aber doch sehr häufig. Die kalte, feuchte, stürmische Witterung war für den Kieferspinner sehr ungünstig, für den Pilz aber sehr günstig. Für gewöhnliche Pilze, z. B. die Wärme liebenden

Speisepilze, war der Sommer zu kalt, für die Kälte gut vertragenden Arten jedoch ungemein günstig, und dies trifft auch für die Raupen-bewohnenden Pilze zu.

Aber selbst wenn der Sommer warm gewesen wäre, hege ich doch keinen Zweifel, daß diese Kiefernspinner-Epidemie ziemlich mild verlaufen wäre; denn während eines warmen Sommers verbreiten sich die Sommer-sporen, die *Botrytis*- oder *Isariasporen* viel besser als bei naßkalter Witterung.

Eine Hauptsache ist jedenfalls durch diesen Versuch erreicht worden: die Aufmerksamkeit der Waldeigentümer, nicht nur der Forstverwaltung, ist auf den Kiefernspinner hingelenkt, sodaß in Zukunft geeignete Vorsichtsmaß-regeln rechtzeitig getroffen werden können.

Einige Raupen freilich werden sich wohl in Mykland ebenso, wie es in Elverum der Fall ist, versteckt halten, und die werden wohl auch mit der Zeit wieder einmal eine Epidemie hervorrufen, aber in den allerersten Jahren doch kaum.

Von den Angestellten der norwegischen Waldgesellschaft und anderen Forstbehörden, durch eigene Besuche und auch von einigen Waldeigen-tümern habe ich ein sehr reichliches Material erhalten, beinahe allzu reichlich, da es sehr viel Zeit kostete, das ganze Material durchzuarbeiten, mehr Zeit als mir eigentlich zur Verfügung stand.

Was ich indessen bewältigen konnte, werde ich hier mitteilen. Was noch nicht untersucht ist, muß bis auf eine spätere Gelegenheit warten. Betonon möchte ich noch, daß alle Untersuchungen von mir persönlich ausgeführt werden mußten, ebenso wie alle Zeichnungen, alle Präparate, u. s. w., da ich zu der Zeit keinen mykologisch ausgebildeten Assistenten hatte, nur einen in der Molkerei erfahrenen Chemiker.

Die Epidemie in Sogn habe ich leider erst im Jahre 1908 bei einem Besuch der Gegend studieren können. Indessen habe ich schon früher reichliches Material von dort bekommen.

Die Verheerungen waren da zwar in Sogn stark begrenzt, an vielen Stellen aber dafür ganz entsetzlich. Die kahlgefressenen Bäume waren niedergehauen. Die Wälder steigen hier von der Meeresküste stark bergan. Sie sind meistens sehr üppig und in gutem Kulturzustand. Wo der Kiefern-spinner gehaust hatte, waren aber jetzt nicht nur die Bäume abgestorben, sondern auch aller Humus, alle Erde vom Regen, Schnee und den Wald-bächen weggeschwemmt worden, nur die nackten Felsen waren zu sehen.

Schlimm ist eine solche Kiefernspinnerepidemie im Niederland, im Osten Norwegens, im Westlandsgebirge aber ist sie ein dauerndes nationales

Unglück. Nicht in Jahrhunderten lassen sich die Verheerungen dort wieder gutmachen.

Es gelang mir, festzustellen, daß hier in Sogn die Kiefernspinner kaum von Pilzen getötet, sondern höchst wahrscheinlich von *Tachina* vertilgt worden waren. In folge dessen liegt diese Epidemie in Sogn außerhalb des Bereichs meiner gegenwärtigen Untersuchungen, einer rein mykologischen Studie.

Meine Untersuchungen bei dieser Myklands-Epidemie umfaßten:

1. Das Verhalten der gesunden Raupen (Temperaturverhältnisse, Pilze im Blut u. s. w.)
2. Das Verhalten der schlaffen, kranken Raupen.
3. Die Pilzflora der lebendigen, wie der toten Raupen.
4. Bodenuntersuchungen, besonders an den Stellen, wo ich die meisten Raupen gefunden.
5. Infektionsversuche mit den gefundenen Pilzen.
6. Genaue Beschreibung der gefundenen Pilze, besonders der pathogenen, und vor allem der sicher Insekten vertilgenden neuen Art.

ERSTES KAPITEL

Untersuchung der mitgebrachten lebenden Raupen.

Von Mykland habe ich sehr viele Raupen, sowohl gesunde, kranke, tote, wie auch mumifizierte mitgebracht.

Es zeigte sich, daß mehrere Raupen, die lebend eingefangen waren, bereits unterwegs krank wurden. Nach der Heimkehr beobachtete ich deshalb die lebenden Raupen sehr genau und sortierte sie. Alle lebhaften, gut fressenden und leicht reizbaren Individuen wurden in gläserne Behälter für sich getan und täglich fleißig mit frischem Futter (jungen Kiefernadeln) versorgt. Alle, die geringen Appetit zeigten oder etwas weniger empfindlich waren gegen Berührung u. s. w., wurden abgesondert, ebenso wie die deutlich kranken Raupen getrennt aufbewahrt wurden. Alle diese Abteilungen wurden täglich besichtigt. Schon nach wenigen Tagen starben viele der kranken Raupen, einige verschimmelten bald darauf, einige nicht. Von allen habe ich sofort Kulturen gezüchtet, oder die toten Raupen in 10 % Alkohol für Schnittpräparate aufbewahrt. Viele Raupen verschimmelten bereits vor dem Tode, aber dann nur stellenweise. Die meisten bekamen einen weißen, schimmeligen Belag an den Mundfüßen; es sah aus, als wüchse der Schimmel aus der Kehle, aus dem Munde heraus. Bei anderen wieder wurden die Rückenteile, besonders der Nacken, weiß-schimmelig und hart, schon während die Raupe noch lebte. Auch diese wurden, noch ehe sie starben, in Formalinlösung gelegt, nachdem von den weißen, harten Flecken Kulturen angelegt waren. Wieder bei anderen — und das waren die zahlreichsten — wurden die Füße zuerst angegriffen. Viele andere Individuen wurden bloß schlaff, und starben unter den deutlichsten Symptomen von »Schlaffsucht«, an den Füßen schlaff herabhängend. Die schon bei der Heimkehr kranken Raupen starben und verschimmelten sämtlich. Auch die meisten appetitlosen und schlaffen starben, und die Mehrzahl von ihnen — jedoch nicht alle — verschimmelte und wurde mumifiziert, bekam »Muscardine«. Einige verfaulten ganz einfach.

Auch unter den ganz gesunden Raupen kamen in der ersten Zeit nach der Rückkehr von Mykland einige Todesfälle vor; diese Raupen wurden aber sofort aus den Behältern entfernt. Solange noch Raupen starben, wurden keine Impfversuche gemacht, sondern erst 3 Wochen nach dem letzten Todesfall in dem betreffenden Glasbehälter, wo die Raupen aufbewahrt gewesen waren. Ueber diese Impfversuche werde ich später berichten. Zuerst wurden also die verschimmelten, mit »Muscardine« befallenen Individuen auf verschiedene Weise untersucht. Es hatte sich nämlich schon in Mykland gezeigt, daß mehrere Formen von Verschimmelungen, verschiedene Arten Muscardine, vorkamen.

a. Untersuchungen über die Pilze in lebenden Raupen.

Da mehrere Raupen krank waren, lag es ja sehr nahe, in diesen nach Krankheitserregern zu suchen. Solche Untersuchungen habe ich auch in großer Anzahl vorgenommen.

Das Blut der Raupen wurde zuerst untersucht, und zwar das der gesunden Individuen sowohl wie das der kranken. Dies geschah in folgender Weise:

Die Raupen wurden erst mit Alkohol angefeuchtet und dann am Rücken leicht abgesengt. Mit einer sterilen Lanzette wurden darauf Schnitte gemacht, einige ganz leichte, andere tiefer. Das grüne Blut wurde dann auf verschiedene Nährmedien gebracht und gleichzeitig auf Objektträger. Mit geglühten Platinnadeln wurden auch von tiefer gelegenen Teilen der lebenden Raupen Blutproben, Muskelproben sowie Proben des Darminhalts genommen, mikroskopisch untersucht und verschiedenen Nährmedien eingepflanzt. Das grüne, gesunde Blut wurde stets nach einigen Stunden an der Luft rot, wie das Blut warmblütiger Tiere, das kranke dagegen nicht immer.

Auch die Temperatur der Raupen wurde untersucht. Bei den zahlreichen und genauen Messungen, die ich vorgenommen, zeigte es sich, daß ihre Temperatur selbst im Winter eine ziemlich hohe ist. Die im Laboratorium befindlichen Raupen hatten eine Temperatur von 15—18° Celsius. Um dies genau festzustellen, wurden einige Dutzend Raupen in Kisten mit Erde und Moos gelegt, und der eine Teil von ihnen in einen Keller mit + 2° C., der andere in einen Keller mit ÷ 2° C. gestellt. Nach Verlauf von 14 Tagen wurden die Kisten wieder heraufgeholt, und die Temperatur der Raupen sofort gemessen. Um ganz sicher zu sein, daß nicht die Wärme der äußeren Umgebung das Ergebnis beeinflussen könnte, legte ich Pinzetten und Thermometer sowohl wie auch Lanzetten oder Rasiermesser, die ich dabei benutzte, erst auf Eis und in Schnee. Die Raupen wurden, nachdem sie ebenfalls erst in den Schnee gelegt waren, mit der Pinzette

ergriffen, mit einem scharfen Messer auf dem Rücken der Länge nach aufgeschnitten, und darauf das sehr feine Thermometer, das auf 0° C. stand, eingeführt. Das Quecksilber stieg sofort schnell bis auf $10-12^{\circ}$ C. und blieb hier stehen. Bei einigen Individuen beobachtete ich $12,2-13,2^{\circ}$, bei den meisten jedoch nur $12,25^{\circ}$ C. Diese Unterschiede sind äußeren Umständen zuzuschreiben. Sowohl die Raupen, die in dem Keller mit $+2^{\circ}$ C. gestanden hatten, wie die aus dem kalten Keller mit einer Temperatur von -2° C. zeigten ein und denselben Wärmegrad. Durch wiederholte Versuche stellte ich fest, daß die gewöhnliche Temperatur der Raupen von *Gastropacha pini* im Winter etwa 12° C. beträgt. Schon in Elverum hatte ich beobachtet, daß sich die Raupen im Winter in einer besonderen Schicht im Boden verkriechen, zwischen Mooswurzeln und Erde, also unter der Vegetationsdecke. Wo sich keine solche findet, graben sich die Raupen in der Erde, am liebsten in lehmigem Boden, ein Loch, in dem sie mehrere zusammen, haufenweise, ja knotenartig verbunden, sich verstecken. Sie sind also nicht ganz kaltblütig, sondern behalten den ganzen Winter über eine ziemlich hohe Temperatur — eben die Optimumtemperatur der untersuchten Raupen-vertilgenden Pilze.

Ihre Körperwärme im warmen Sommer im Walde habe ich leider nicht Gelegenheit gehabt zu messen.

Das Ergebnis meiner mykologischen Blutuntersuchungen war folgendes:

Bei den lebenden, sehr lebhaften und bösartigen Raupen war das Blut steril: es wurde nur rot. Dagegen fand ich im Darm der Raupen natürlich immer Mikroben, von denen merkwürdigerweise ein *Bazillus coli commune* dort ständig zu sein scheint. Auch ein paar andere Bazillen und Mikrokokken fanden sich, die selbstverständlich mit dem Futter eindringen; diese waren auch zusammen mit mehreren Schimmelpilzen und Hefen im Kot zu finden. Sonst waren im Kot sehr oft noch *Trichothecium roseum*, auch *Acrostagmus*- und *Verticillium*-Arten, seltener waren *Penicillium*-Arten vorhanden.

Da diese Pilze keine Rolle als Krankheitserreger spielen können, habe ich ihr Verhältnis zur Verdauung der Raupen nicht näher untersucht.

Bei vielen lebenden, aber augenscheinlich doch etwas weniger lebhaften Individuen fand ich im Blute:

1. Bazillen, zwei Arten, nicht ständig vorhanden.
2. Mikrokokken.
3. Mehrere Hefen, wovon eine Art — *Sacharomyces gastropachae* — ganz merkwürdige und zahlreiche Sporen hat; eine sehr große, runde, und eine kleine *Torula*. Außerdem noch zwei ganz merkwürdige *Monilia*-Arten, die sich später zum Teil zu Mycelien auswuchsen.

4. Einige Oidien, von denen die eine zuerst Hefesprossungen zeigte, sich aber später zu Mycelien auswuchs.

b. Im Blut der schlaffen, kranken Raupen fand ich:

Die obenerwähnten Bakterien, Hefen, und Oidien, dazu eine eigenartige Monilia.

Aus den Blutstropfen wuchs auch immer ein Cordycepsmycel hervor. Dieses Mycel hat mir lange zu schaffen gemacht, da ich im Blute selbst kein Mycel entdecken konnte. Endlich stellte es sich heraus, daß sowohl die Oidien, die ich im Blute gefunden, wie auch die kleinste Hefe, Entwicklungsformen von Cordyceps waren. Es gelang mir nämlich nach vielen Versuchen, wenigstens einige Male diese Oidien auf zuckerhaltigem Nährboden als Hefen längere Zeit zum Wachsen zu bringen. Nach einiger Zeit — 8 Tagen — hörte die Hefesprossung auf, statt dessen wuchsen Mycelfäden heraus, ganz wie es bei einigen *Torula*-Arten der Fall ist. Auf diesen Mycelien bildeten sich dann prachtvolle Conidienträger und Botrytisfrüchte. Diese im Blut der schlaf süchtigen Raupen gefundenen Pilze waren ziemlich ständig vorhanden, wie aus den zahlreichen Versuchen hervorging.

Bei den lebendigen Raupen, die noch nicht an Schlafsucht erkrankt waren, habe ich positive Ergebnisse in etwa 25 Fällen von hundert erzielt; während die schlaf süchtigen stets positive Ergebnisse zeigten.

Je länger die Raupen bei mir gewesen waren, je seltener fand ich Mikroben im Blute der lebendigen. Es schien, als ob diese aus der Heimat mitgebracht wären. Alle Arten Mikroben, die ich fand, werden zusammen später näher beschrieben werden. Entweder sind sie hier photographisch wiedergegeben, oder abgezeichnet.

Die Mehrzahl der Raupen, von denen ich Blutproben genommen, verfaulten, nur ausnahmsweise wurde die eine oder andere mumifiziert.

ZWEITES KAPITEL.

Untersuchungen über Pilzfunde in toten Raupen. Muscardineformen in Norwegen und Italien.

Muscardineformen.

Schon in Mykland habe ich bemerkt, daß nicht sämtliche toten Raupen in derselben Weise verschimmelt waren.

Alle waren steinhart, und sehr viele mit Schimmel bedeckt, aber oft in sehr verschiedener Weise. Solche »Muscardineformen«, wie sie bei den Seidenwürmern vorkommen, habe ich hier nicht gesehen. Folgende Formen von Muscardine habe ich in Mykland gefunden:

1. Die gelbrote Muscardine.

Die Raupen waren in eine Filz- oder Pilzdecke von orangenrötlichem Mycel sehr dicht eingehüllt. Meistens war die ganze Raupe vollständig von Mycel bedekt. (Taf. III, Fig. 6); bisweilen ist jedoch der Kopf frei.

2. Die weiße Muscardine.

Diese Form trifft man am häufigsten an ganz zusammengerollten Raupen, die von einem schneeweißen, zarten Mycel umgeben sind, das aber nicht so stark ist wie das orangengefärbte.

Diese weiße Muscardine war die am häufigsten vorkommende Form (Taf. III, Fig. 7 und 8), die rein rote war seltener. Dagegen gab es sehr oft Mischformen, hauptsächlich weiße mit etwas Orange vermischt.

3. Die graugrüne Muscardine.

Diese war in Mykland ziemlich selten, im Laboratorium aber um so häufiger. Hier waren die hart gewordenen Raupen nur von einem gräulichem oder sogar grünlichen, sehr zarten Schimmelpilz umgeben, der die Gestalt der Raupe sehr deutlich durchschimmern ließ. (Taf. III, Fig. 10).

4. Die braune Muscardine.

Bei dieser Muscardineart waren die Raupen ebenfalls hart; ihre Form war aber immer unverändert, und sahen die Würmer aus, als wären sie mit einer ockerbraunen oder van Dyck-braunen Farbe überstrichen worden. (Taf. III, Fig. 14).

Von allen Formen wurden Reinkulturen gezüchtet und allerlei Versuche gemacht, um etwaige Ascusfrüchte zu erhalten.

Ich werde nun zuerst die gelungenen Versuche besprechen.

Von allen Formen wurden ausgeprägte Exemplare gewählt. Da ich wußte, daß alle Cordycepsformen gewöhnlich aus der Erde hervortreten, habe ich in Erlenmeyerkolben schöne Exemplare teils in sterilem Sand, teils in steriler Erde niedergegraben und zum Teil kalt, zum Teil bei Zimmertemperatur hingestellt — aber immer feucht. Gleichzeitig habe ich von jeder Art etwa je 20 Exemplare in verschiedenen Serumskolben gesammelt ohne Sand oder Erde, und auch diese in feuchte Kammern gestellt (am 8—12—1906).

Die in Sand eingegrabenen Raupen waren noch nach 4 Wochen unverändert. In den Serumskolben ohne Sand fing aber der Pilz sehr bald an, alle mit *gelbroter* orangenfarbiger Muscardine bedeckten Raupenleichen zu umspinnen, und schon nach 3 Wochen konnte ich beobachten, daß Cordycepsfruchtträger aus dem Schimmelpilz herauszuwachsen anfangen. Diese wuchsen immer weiter, und zwar mehrere aus jeder Raupe. Erst nach Verlauf von 4 Wochen begannen auch bei den Raupen in Sand Cordycepsanlagen zu wachsen; diese waren aber öfters steril.

Die Cordycepsfruchtträger in Serumskolben ohne Sand wucherten — besonders nachdem sie in einem großen Glasbehälter mit Feuchtigkeit bei mäßiger Temperatur ans Licht gestellt waren — stark weiter; viele der Fruchtträger wurden 130 mm. lang. Bald bildeten sich auch Perithezien. Nachdem diese angelegt waren, wuchsen die Fruchtträger bis zu einer Länge von 200 mm; ihr Durchmesser betrug hier nur 5 mm., ihre Anzahl war sehr groß (siehe Taf. III, Fig. 3, 4 und 21).

Die Form ist *Clavaria Pistillaris* sehr ähnlich (siehe Taf. III, Fig. 4), indem sie nur oben etwas keulenförmig angeschwollen war; ihre Farbe ist ganz wie die von *Cantarellus cibarius*, vielleicht eine Schattierung heller. Der Stiel ist mit einer durchsichtigen Masse angefüllt. Die gelbe Oberfläche ist nicht glatt, sondern fein samtartig, fast filzig. Die Fruchtkörper sind sehr empfindlich gegen Licht. Sie wachsen derartig dem Lichte zu, daß man sie in einem Tag sich, wie ein *Helianthus*, der Sonne zuwenden sehen

kann. Stellt man sie so, daß sie sowohl dem Sonnenlicht wie elektrischem Licht ausgesetzt sind, so wachsen sie tagsüber nach der Sonne, abends nach dem elektrischen Licht, oft in den wunderlichsten Stellungen.

Die Perithezien-Anlagen wachsen anfangs wie spitze Borsten hervor und sitzen gesammelt von oben bis unten, doch am stärksten ausgebreitet am Kopf; sie sind flaschen-, birnenförmig und sehr verzweigt (Taf. III, Fig. 5.) ganz blutrot gefärbt, bei durchfallendem Licht gelb. Die Perithezien sind mit langen Ascen erfüllt, langen fadenförmigen Sporen, wie sie *Cordyceps militaris* enthält. Diese langen Sporen teilen sich wieder in Oidien, manchmal aber bilden sie zuerst Hefesprossungen, worauf sie in sehr dünnen Hyphen herauswachsen. Fig. 5, pg. 26. Von diesen züchtete ich ein orangenfarbiges Mycel mit Bortrytis- und Isariaformen; es war mir also hierdurch gelungen, nachzuweisen, daß die orangenrote Muscardine, die Ursache der Raupensterbe, eine Cordycepsart war, die sich nicht wie *Cordyceps militaris* verhielt.

Von den *weißen*, den rein und ungemischt weißen, Muscardine-Raupen erzielte ich keine Cordycepsformen, von den grauen und von den braunen ebenfalls keine. Dagegen gelang es mir von vielen, die beinahe ganz weiß, aber doch mit etwas orangenfarbigem Mycel vermischt waren, immer dieselben Formen zu erhalten.

Von der rein *weißen* Muscardine erhielt ich dagegen nur Isariaformen. Die *graugrüne* Art hat anfangs überhaupt keine Fruchtformen entwickelt, nur *Mucor* und *Penicillium*. Die *braune* Muscardine bildete *Acaulium nigrum* und *Acaulium flavum*, das ich auch in Elverum gefunden habe, allerdings nur eine Abart davon.

Kulturen in künstlichen Nährmedien.

Die toten und verschimmelten Raupen wurden gewöhnlich im Laboratorium untersucht, und zwar nach dem von mir meist angewandten Verfahren, das in folgendem bestand:

1. Direkte Impfung — also *Transplantationskulturen*.
2. Einige Raupen wurden in sterilem Sand zerrieben, die Masse mit Wasser verdünnt, und davon dann gewöhnlich auf verschiedenen Gelatine- und Agar-Agarböden Isolations- oder *Verdünnungskulturen* angelegt.
3. Auch hier wurden die sogenannten *Vegetationskulturen* angelegt, von denen ich bei anderen Untersuchungen viel Nutzen gehabt habe. Ein Teil der zerriebenen Masse wurde in flüssige sterile Nährmedien übertragen, besonders in Fleischwasser, Milch, Urin, Würze (teils saure, teils neutrale,

teils gehopfte, teils ungehopfte), um darin zwei Tage zu vegetieren. Davon wurden dann Verdünnungskulturen angelegt. Es zeigte sich sehr bald, daß die Raupen eine Menge verschiedenartige Mikroben enthielten, von denen eine Reihe auch ziemlich beständig vorkam. Nur diese wurden weiter bearbeitet, während die vielen gewöhnlichen Schimmelpilze und Fäulnisbakterien nicht weiter gezüchtet wurden.

Konstant kamen folgende vor:

1. Mikrokoccus, 2. Bazillus, 3. Eine sporenbildende, lange mitunter verzweigte *Sacharomyces*, 4. Eine große runde *Torula*, 5. Eine ganz kleine, runde *Torula*, 6. Eine große *Monilia*, 7. Eine kleine *Mycelhefe* 8. Ein *Acaulium nigrum*, nov. sp., mit eckigen und stacheligen Sporen, 9. Ein gelbes *Penicillium*, 10. Ein *Acaulium flavum*, nov. sp., 11. Zwei *Oidien*-Arten, 12. Eine *Mucor*-Art — *violacens* — und eine *Rizopus*-Art, 13. Eine *Verticillium*-Art oder *Botrytis*, 14. Zwei *Cordyceps*-formen.

Es zeigte sich sehr bald, daß sowohl in den kranken wie in den toten und verschimmelten Raupen immer mehrere Pilze gleichzeitig vorhanden waren. Zwar konnte ein einzelner Pilz das Übergewicht haben, aber immer kam er mit anderen vermischt vor. Alle Muscardineformen waren Mischungen, in denen selbstverständlich *eine* Pilzart die Hauptrolle spielte, aber immer stammten wenigstens zwei bis drei andere Pilzarten von derselben Muscardine. Wie die einzelnen Pilze dabei wirkten, war ziemlich schwer herauszufinden.

Selbst wenn man sehr vorsichtig Myceltriebe der Muscardinen abschnitt, bekam man immer die Bakterien — ich meine die konstanten Raupenbakterien — mit. Durch Infektionsversuche war es ja aber leicht möglich nachzuweisen, ob eine Art allein fähig war, in die Raupen entweder durch den Mund oder durch die Haut einzudringen, in deren Körper weiterzuleben, die Raupen krank zu machen und zu töten.

Es erwies sich als beinahe unmöglich, die natürlichen Verhältnisse in der Weise nachzuahmen, um auch beweisen zu können, daß andere Pilzarten beim Töten mithelfen. Die den Raupen gefährlichste Angriffsstelle ist der Erdboden. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die sich hier versteckt haltenden Raupen Herbst, Winter und Frühling von den im Boden befindlichen Pilzen angegriffen und getötet werden. Und dabei helfen sicher auch andere Pilze als *Cordyceps*-Arten mit.

Muscardine oder Calcino des Seidenwurms.

Wie ich bereits bemerkt habe, fielen die Impfversuche mit *Botrytis Bassiana*, welche Pilzart ich von Kral's Laboratorium geschickt bekommen hatte, immer negativ aus. Vor vielen Jahren bekam ich eine Muscardine von einer Norwegerin in Venedig, Fräulein Stolz. Diese Muscardine bestand hauptsächlich aus *Botrytis Bassiana* mit einigen anderen Mycelpilzen (doch nicht *Mucor*) vermischt; aber als ich die Pilze näher untersuchen wollte, waren sie bereits tot. Ihre Farbe war rötlich hellgelb, samtartig, pulverig.

Von Herrn Professor Ugo Brizi in Milano habe ich im Jahre 1907 prachtvolle Exemplare von Muscardinewürmern erhalten. Diese »Calcino« waren sämtlich grau, pulverig und nur sehr wenig filzig. Unter dem Mikroskop zeigte es sich, daß sie aus 3 Pilzarten bestehen, nämlich *Botrytis Bassiana*, *Mucor violaceus* und einem *Rizopus*, wahrscheinlich *R. nigricans*, oder einer Abart davon.

Es war lange unmöglich, die *Botrytis* rein zu züchten; aber endlich gelang es mir doch, sie frei von *Mucor*arten zu erhalten. Außerdem fand ich immer eine *Leuconostoc*art, die konstant vorkam. In nicht zuckerhaltigen Medien wuchs dieser *Leuconostoc* wie eine *Sarcina*. Die »*Botrytis*« wuchs besonders üppig auf meinem Spezialboden — coagulierter Colostrum-Milch —; Sie bildete keine *Isaria*formen, überhaupt keine Fruchtkörper, sondern nur ungeheure Massen mehligter Conidien.

Diese *Botrytis* wächst am besten bei einer Temperatur von mehr als 25° C. Ich habe sehr viele vergebliche Ansteckungsversuche mit diesen Pilzen und Kiefernspinnerräupen gemacht; auch die hiesigen Wespen und Fliegen blieben davon verschont. Auch die *Mucor*arten waren nicht direkt pathogen. Es ist eine auffällige Tatsache, daß diese zwei *Mucor*formen, von denen in Seidenwürmern hauptsächlich *Rizopus* vorkommt, ganz identisch sind — wenigstens morphologisch — mit sowohl den in Elverum wie den in Mykland gefundenen. Die Ursache davon ist entweder die, daß sie besondere und beinahe kosmopolitische Bodenpilze sind, oder daß sie etwas mit den Räupen gemein haben. Vielleicht leben sie auch mit den *Cordyceps*- und *Botrytis*formen gern symbiotisch. Zahlreiche Impfversuche haben mir nämlich gezeigt, daß sie wenigstens nicht direkt pathogen für die Räupen der *Gastropacha Pini* sind.

Mit *Leuconostoc* habe ich noch keine weiteren Versuche vorgenommen, da dies außerhalb des Bereichs meiner gegenwärtigen Untersuchungen liegt.

Ich hatte gehofft, wenn auch nicht gerade *Cordyceps*, so doch *Isaria*formen bei *Botrytis Bassiana* zu erzielen; bis jetzt ist mir dies aber nicht

gelingen. Doch muß ich bemerken, daß, auf gekochten Kartoffeln gezüchtet, kein Unterschied zwischen den Kulturen von Cordycepsarten und Botrytis Bassiana zu sehen war; Cordyceps wächst wie letztere ohne Isariabildung. Es ist deswegen nicht ausgeschlossen, daß sich ein geeigneter *Nährboden* und eine passende Jahreszeit finden lassen, wo auch Botrytis Bassiana sich anders entwickeln kann. Wenn sie nicht überhaupt ein zu alter »Kulturpilz« ist.

DRITTES KAPITEL.

Die in Elverum gefundenen Pilze verglichen mit den in Mykland auftretenden (zum Teil auch in Sogn).

In Elverum hatte ich folgende Pilze gefunden:

1. *Penicillium*arten, wovon besonders ein *Penicillium* mit rötlichen Perithecien: *Penicillium rubrum*, nv. sp. 2. Mehrere *Mucor*arten. 3. *Oidium*-arten. 4. Hefen, wovon zwei Arten ziemlich beständig waren. 5. Bazillen und Streptokokken, Fäulnisbakterien. 6. Eine weiße grobe *Pseudo-Isaria*-form, keine echte von *Cordyceps* stammend. 7. Ein hellbraunes *Acaulium nigrum* mit sehr, ja außerordentlich großen Conidien und Conidenträgern mit glatten ovalen Sporen und 8. Ein *Acaulium flavum*.

1. Das eigentliche Raupen-*Penicillium* in Elverum.

Penicillium rubrum ist anfangs graugrün, später ganz grau, hat ziemlich viel lange, schlanke Conidenträger mit sehr zahlreichen Sterigmen und vielen ovalen, hellen, ganz kleinen Conidien. Die Conidienbildung hört in den Kulturen bald auf, und erhalten diese eine rötliche Farbe.

Untersucht man dann die Kulturen mit einer Lupe, so sieht man, daß die rote Farbe von sehr zahlreichen roten Körnchen herrührt. Diese Körnchen — ungefähr 0.5 mm im Durchmesser — sind die trüffelähnlichen Ascusfrüchte des *Penicilliums*. Das Aussehen dieser Ascen, und die Bildung der Früchte ist ganz so, wie schon vor 30 Jahren von BREFELD beschrieben, weshalb ich hier nicht weiter darauf eingehe.

Ich habe dieses *Penicillium* und die Ascusfrüchte hier nicht abgebildet, da sie bereits in meiner Monographie der norwegischen *Penicillium*arten beschrieben sind.

Das *Penicillium* behält seine Lebenskraft nur ein Jahr lang, worauf es abstirbt. Mit Vorliebe wächst es auf Fleisch, aber auch auf Holz und auf Brot; Gelatine liebt es nicht, auf Agar-Agar gedeiht es überhaupt nicht, wächst auch nicht in Temperatur von mehr als 25° C., und hat nicht den geringsten Geruch.

In älteren Kulturen sind nur Ascusfrüchte, sehr wenige Conidien zu sehen. Und je länger man das *Penicillium* auf künstlichem Substrat züchtet, um so mehr Ascen und um so weniger Conidien bilden sich. Es scheint, daß hier die Conidienbildung mehr für parasitische Lebensweise angepasst ist.

Merkwürdigerweise hat man auch in Mykland ein *Penicillium* gefunden, das sich ganz ähnlich verhält. Doch ist hier die Verteilung der Früchte noch schärfer begrenzt, indem hier die Conidienbildung beinahe nur auf den Raupen zu sehen ist. In den künstlichen Kulturen ist das Mycelium anfangs steril, später ist es mit Ascusfrüchten überfüllt. Diese haben hier eine grünliche Farbe mit rötlichen Punkten und Strichen. Nur in einigen alten Kulturen sind Conidien zu sehen. Das Mycel ist stark schwefelgelb und bildet ganz holzartige, 5 bis 10 mm dicke, Krusten.

Mustert man die Kulturen genau, so gelingt es dann und wann, Conidienträger zu finden, die indessen nicht ganz so sind wie die aus Elverum, nämlich größer und rund, die Sterigmen kürzer und mehr angeschwollen.

Diese Abneigung bei beiden Arten, Conidien zu bilden, und ihre große Neigung dagegen zur Ascusbildung sind sehr auffällige Erscheinungen.

Auch diese beiden schwefelgelben Arten wachsen am besten in Temperatur von 0 bis 25° C.

Bisweilen bekam ich den Eindruck, als wäre die Myklandsart von einem Parasiten befallen, der die Bildung von Conidienträgern verhindert; ihn zu isolieren gelang mir jedoch nie.

2. *Mucor*-Arten.

Sowohl in Elverum wie in Mykland habe ich *Mucor*-Arten auf den Raupen gefunden. Die eine Art ist ein *Rizopus nigricans*, der jedoch nicht mit der Art identisch ist, die zusammen mit *Botrytis Bassiana* die »Calcino«-Muscardinie des Seidenwurms bildet. Die norwegische Form ist schwärzer und größer. Außer dieser habe ich noch eine violette *Mucor*-Art gefunden. Aber keine von beiden hat sich bei meinen Untersuchungen als pathogen für die »Gramm«-Raupen erwiesen, sie kamen auch nicht konstant in den verschimmelten Raupen vor. Ich habe sie deshalb nicht weiter studiert.

3. Die *Oidien*-Arten

sind nicht dieselben, wie in Mykland, haben sich auch nicht konstant gezeigt und waren gar nicht pathogen für die Raupen. Ich werde sie deshalb hier nicht näher beschreiben.

4. Die Hefen.

Ich fand zwei *Torula*-Arten, die ziemlich konstant waren und höchst wahrscheinlich dieselben sind, wie die, welche ich in Mykland gefunden und als *Torula major* und *minor* beschrieben habe. Sie waren aber nicht pathogen, und niemals in den ganz gesunden und frischen Raupen zu finden.

5. Die Bakterien.

Aus toten und kranken, schlaffen, Raupen habe ich mehrere Bakterien isoliert; von diesen waren ein Coccus und ein Bazillus in der sehr abwechslungsreichen Bakterienflora, die besonders aus Fäulnisbakterien bestand, ziemlich konstant. Sehr wahrscheinlich sind sie mit den zwei in Mykland konstant gefundenen Arten identisch. Da ich sie nicht mehr besitze, bin ich aber dessen nicht ganz sicher.

Auch mit Erde aus Sogn habe ich einige Versuche angestellt. Die Untersuchungen zeigten jedoch, daß keine für die Raupen pathogene Mikroben darin zu finden waren, trotz der sehr zahlreichen Versuche, die ich sowohl mit der Erde vornahm, die mir zugeschiedt wurde, wie mit solcher, die ich an Ort und Stelle selbst gesammelt hatte.

Selbstverständlich muß man bei Untersuchungen von Raupen darauf vorbereitet sein, eine ganze Pilzflora zu finden. Ich werde hier nur diejenigen Arten beschreiben, von denen ich mir denken kann, daß sie eine mitwirkende Bedeutung haben könnten, oder die so konstant vorkommen, daß sie möglicherweise eine Rolle spielen.

6. Die *Pseudo-Isaria*

erwies sich als eine *Acaulium*art; findet sich in meinem Buch »*Penicillium*-arten Norwegens« beschrieben.

7. *Acaulium nigrum*, nov. Sp. und

8. *Acaulium flavum*, nov. Sp.

sind beide ebenda beschrieben. Sie kommen in Elverum an toten Raupen häufig vor, sind aber nicht direkt pathogen.

VIERTES KAPITEL.

Beschreibung der konstant gefundenen Arten.

Ich werde die im Darm gesunder und kranker Raupen in Mykland gefundenen Bakterien hier übergehen und mich nur mit denjenigen beschäftigen, die ich im Blut und in den toten Raupen gefunden habe, besonders im Blut der schlafsuchtigen Individuen. Es sind dies hauptsächlich zwei Arten:

1. *Streptococcus Bombycis* und 2. *Bacillus Bombycis*,

letzterer ist wahrscheinlich mit HOFFMANN'S Bazillus identisch. Neben diesen habe ich eine braune *Sarcina* gefunden. Selbst lege ich auf die hier beschriebenen und abgebildeten Formen wenig Wert, da ich sie nur für Begleiter der *Cordyceps*-Pilze ansehe. In früheren Abhandlungen habe ich auch bereits sehr ausführlich meine Erfahrungen, Experimente und Anschauungen über »Bakteriose« der Raupen mitgeteilt.

Bacillus Bombycis ist ein sehr kleiner, unregelmäßiger Spaltpilz, der in schleimigen Zooglearmassen wächst.

Mikroskopisch wächst er erst in weißgelben, später in braunen, runden, glatten Kolonien, schwach verflüssigend; anfangs bildet er Säuren, später Fäulnisstoffe.

Er ist nicht direkt pathogen und kann nicht in den gesunden Körper eindringen. Sehr konstant sind die Bakterien nicht.

Hefen.

Dagegen sind die *Torula*-Arten und Hefen-Conidien konstant und sehr merkwürdig. So habe ich im Blut der schlafsuchtig kranken, aber noch lebendigen, Raupen nicht weniger als 5 verschiedene Hefen gefunden. Davon gehört eine zu der Formenreihe der *Cordyceps*. Von den anderen habe ich die zwei *Torula*-Arten auch in Raupen aus Elverum gefunden. Da die *Torula*-Arten aber einander sehr ähnlich sind, wenn sie keine spezifisch physiologisch-chemische Eigenschaften haben, so ist es gar nicht ausgeschlossen, daß es sich nur um Formähnlichkeiten handelt, zumal ja diese *Torula*-Arten sehr gut auch lediglich Kiefernadelbewohner sein können.

Ich habe sie trotzdem hier mit aufgenommen und abgebildet, weil es ja nicht unmöglich ist, daß sie eine Bedeutung haben können, selbst wenn ich diese nicht erkannt habe. Ich habe diese Hefen um so mehr hier mit anführen zu müssen geglaubt, als ich sehe, daß Professor Dr. LINDTNER, Berlin, ein großes Gewicht auf den Fund einer Hefe in Schildläusen legt, von der er vermutet, daß sie auch von Bedeutung für die Vertilgung anderer Insekten sein könnte (Centralblatt für Bakteriologie, l. c.).

Die anderen zwei Hefen sind neu, wenigstens habe ich sie niemals früher gefunden. Die eine ist eine echte *Sacharomyces* und bildet sehr reichliche Sporen. Diese Hefe habe ich bisher nirgends beschrieben gesehen und will sie deshalb nennen:

3. *Sacharomyces Bombycis* (nov. Sp. ad interim).

Ich habe niemals eine Hefe in Kultur gehabt, die so willig zur Sporenbildung gewesen wäre und so große Massen endogener Sporen bildete.

Sacharomyces Bombycis bildet trockene, grauweiß gefärbte, in der Mitte etwas becherförmig vertiefte Kolonien, die ganz konsistent und zäh sind. Auf Gelatinemedien sind die Kolonien feucht, auf Brot wuchert die Hefe ganz trocken. Sie wächst sowohl in Würze wie in Fleischpepton-gelatine, ist in Fleischwasser geruchlos und entwickelt in Würze viel Kohlensäure, aber wenig Alkohol. Am besten wächst sie in einer Temperatur von 15—20° C. Ihre Form ist sehr unregelmäßig; ganz runde Zellen wechseln mit sehr langen und vielfach verzweigten ab. Ohne Sporen würde sie als eine echte *Monilia* zu bezeichnen sein. Die langen Zellen sind auch selbst unregelmäßig, niemals cylindrisch, sondern immer einseitig, unten dicker als oben.

Die Zellen sind 5—10 μ dick, doch habe ich auch sporentragende Zellen von bis zu 15 μ beobachtet. Die Sporenbildung ist jedoch bei dieser Art das eigentümlichste. In den runden Zellen setzen meist zwei ober drei Sporen an, ich habe aber auch sehr oft vier gesehen. In den langen hyphenähnlichen Zellen habe ich Reihen von 32 Sporen hintereinander gezählt. Die Sporen sind groß und füllen die Zellen stark aus; die alten mycelenähnlichen *Monilia*zellen können wie Perlenschnüre aussehen. Wenn man die Sporenbildung nicht von Anfang an gesehen hat, könnte man diese Sporenfäden sehr leicht mit langen Conidienketten verwechseln.

Durch Kernfärbung läßt sich leicht sehen, wie der Zelleninhalt sich teilt, die Kerne in sich Protoplasma sammeln, und dadurch die Sporen entstehen. Diese sind nicht ganz rund, und mit Doppelmembranen

versehen, die an beiden Polen ganz besonders geformt sind. Das Keimen der Sporen geht an der Seite vor sich (Fig. 1). Daß dieser Hefenpilz für die Raupen pathogen wäre, habe ich nicht nachweisen können, trotz vieler Fütterungs- und Impfversuche. Da ich ihn aber stets im Blut der kranken Raupen gefunden habe, bleibt es unentschieden, ob er eine mitwirkende Ursache oder nur eine Begleiterscheinung der Krankheit ist. Gelegentlich werde ich diese Versuche fortsetzen.

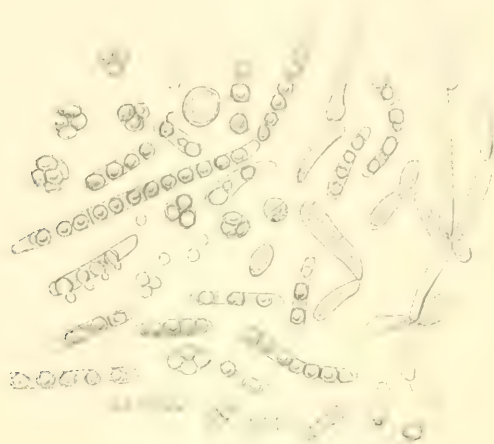


Fig. 1. *Saccharomyces Bombycis*.

4. *Torula Bombycis major*.

Diese Art habe ich in lebenden wie toten Raupen beobachtet, in Elverum sowohl wie in Mykland. Die Conidien sind groß — $15\ \mu$ breit —, rund, lang, zusammenhängend und haben eine dicke braune Membrane; verflüssigt ein wenig Gelatine, aber langsam. Vor der Verflüssigung weiße, feuchte Kolonien. Ebenfalls nicht direkt pathogen (Fig. 2).



Fig. 2. *Torula Bombycis major*.

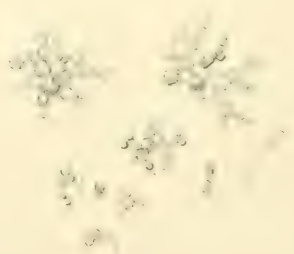


Fig. 3. *Torula Bombycis minor*.

5. *Torula Bombycis* minor.

Diese kleine *Torula*, die in großen Sprossungskolonien wuchert, ist gleichfalls in Elverum sowohl wie in Mykland gefunden worden. Ist wohl ein beständiger Darmbewohner. Die Kolonien sind porzellanweiß, glatt, feucht und sehr langsam sich verflüssigend. Sie bildet etwas Alkohol und Säuren. Ist nicht direkt pathogen. (Fig. 3.)

6. *Monilia Bombycis*, n. Sp.

Ist gleichfalls im Blut kranker wie toter Raupen gefunden worden. Es ist eine sehr unregelmäßig geformte *Monilia*, stark verzweigt mit ganz hyphenartigem Luftmycel. Die Zellen sind sehr ungleich geformt, aber nur selten vielzackig, mit Sprossungen an den verschiedensten Stellen, bald in der Mitte, bald am Ende der Zelle, bald wieder direkt hervorsprossend, oder mit einem langen, dünnen Sproßfaden verbunden. Die meisten sind jedoch sichelartig krumm mit einigen aufrechtstehenden Sprossungen. Sie variieren zwischen 2—5 μ .

Die Kolonien sind wie gewöhnlich bei *Monilia*-Arten, haben viel Mycel, sind auf Brot sehr weiß, mehlig, feinkräuslich und gefaltet, auf trockenem Agar-Agar und Gelatine dagegen flach und feucht. Bildet Alkohol und Säuren; ist nicht direkt pathogen.

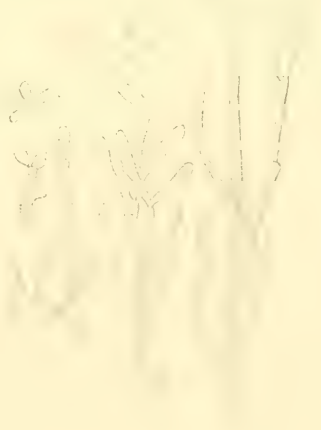


Fig. 4. *Monilia Bombycis*

7. Oidien und Mycelhefen.

Im Blut kranker Raupen habe ich oft Oidien gefunden. Manchmal habe ich — wie in Elverum — sehr große Oidien gefunden und kultiviert. Sie waren weder konstant, noch direkt pathogen; sind wahrscheinlich mit den Kiefernadeln hineingekommen. In Mykland habe ich dagegen Oidien mit Hefesprossungen im Blut der Raupen gefunden (Taf. V, Fig. 27). Diese Oidien vermehren sich sehr oft auf Würzelgelatine erst einige Tage lang als Hefeconidien, wachsen dann aber zu *Cordyceps*mycel aus. Anfangs war es sehr schwer zu entscheiden, ob es vielleicht eine Mischung wäre von Hefen und Oidien von *Cordyceps*, oder ob es wirklich die Oidien selbst waren, die in Hefeconidien auswuchsen. Lange war es mir unmög-

lich, dies mit Bestimmtheit sagen zu können. Durch Kultivieren in hängenden Tropfen habe ich es indessen sehr wahrscheinlich gemacht, daß die Oidien wirklich Hefesprossungen besaßen, und daß wirklich von diesen Hefen ein Cordycepsmycel sich entwickelte. Dann aber kam in einigen mikroskopischen Präparaten etwas ganz Merkwürdiges vor. Ich hatte ein hefesprossendes Oidium in Osmiumsäure und Glycerin präpariert und aufgehoben, um es später zu photographieren. Nach einigen Wochen sah ich, daß alle Hefen und Oidien im Präparat sich zu Cordycepsmycel ausgewachsen hatten. Wiederholte Versuche (einige Minuten in $\frac{1}{10}$ Osmiumsäure behandelt, mit Glycerin direkt zugesetzt) zeigten, daß die Hefen in Glycerin sich in Mycel verwandelten. Die Reihenfolge war indessen folgende: 1) Oidien, 2) Hefen, 3) Cordycepsmycel (Fig. 5). Schon de Bary hat ja ebenfalls die Zusammengehörigkeit einiger Hefen mit Cordycepsmycel betont (de Bary: »Vergleichende Morphologie und Physiologie der Pilze« 1889, Seite 400).



Fig. 5. Oidien, Hefen, Mycel von Cordyceps.

8. *Penicillium Bombycis*.

Dies ist ein ganz besonderer Pilz: Conidienfruktifikationen parasitisch, und beinahe steriles Mycel, oder Ascusfruktifikationen auf künstlichen Substraten, saprophytisch.

Es wächst sehr oft an den Füßen der lebendigen Raupen, und war sehr häufig zu sehen. Unter dem Mikroskop zeigten sich die Conidienträger etwas, aber nicht sehr, verschieden von den gewöhnlichen *Penicillium*-arten. Die Sterigmen sind kurz birnenförmig, sehr dicht verzweigt, die Conidien rund, von Mittelgröße, 2—5 μ im Durchmesser. Sie keimen langsam durch Ausschwellung und bilden ein sehr feines Mycel. Auf Gelatineboden wächst das Mycel sehr üppig, ist polsterartig, weißgelb, später chromgelb-grünlich. Das Mycel kann sich lange Zeit vollständig steril halten, bis dann plötzlich überall eine starke Wasserausscheidung stattfindet, und die Trüffelfrüchte, anfangs grau, später grünlich, gebildet werden. Diese Trüffelfrüchte entstehen gewöhnlich durch Verschmelzung zweier dick angeschwollener Hyphenenden, die sich dicht aneinander legen

und umschlingen. Um diese herum entwickelt sich dann auch gewöhnlich, von den anderen Hyphen ausgehend, ein steriles Mycel, das allmählich die Hülle bildet. Die Trüffeln sind 0,2 mm. im Durchmesser, olivengrün mit roten Streifen und Punkten, nicht rund, sondern eckig. Die Sporen werden, wie bei *P. glaucum*, nach einer Ruhepause gebildet. Sie füllen die ganze Trüffel vollständig aus und reifen nach einer Zeit von 3 Wochen. (Diese Art ist auch unter »*Penicillium*arten Norwegens« beschrieben).

Dieses *Penicillium* ist für die Raupen zwar nicht direkt pathogen, schadet ihnen aber sehr stark. Es ist also mit *P. rubrum* vollständig gleichartig.

Auch in Sogn habe ich einen ähnlichen Pilz gefunden; hier war er aber weiß und hatte rotbraune Trüffelfrüchte.

9. *Acaulium nigrum*, nov. Sp.

habe ich auch hier sowohl in braunen Muscardinen, wie im Boden gefunden. Es unterscheidet sich von dem in Elverum gefundenen *Acaulium nigrum* nur sehr wenig, insofern als nämlich in Mykland die Conidien größer werden und auch stachlig sind. Der Unterschied ist indessen nicht so groß, daß es berechtigt erscheint, hier von einer bestimmten Abart zu reden.

Auch ein paar andere *Penicillium*arten habe ich bei Myklandsraupen gefunden, die aber, wie schon erwähnt, an anderer Stelle beschrieben werden sollen, da sie augenscheinlich nur zufälligerweise auf Raupen zu finden waren.

10. *Rizopus*.

Wie bereits erwähnt, kamen sowohl in Elverum wie vor allem in Mykland einige *Mucor*-Arten vor, und zwar *Mucor*, *Rizopus* wie auch *Absidia*, die aber nicht konstant waren.

Rizopus trat ziemlich ständig in einer Species auf, die *R. nigricans* sehr nahe steht, ohne jedoch damit ganz identisch zu sein.

Ganz auffällig ist, daß ich diesen selben *Rizopus* auch in Italien in »Calcino« wiedergefunden habe, hier aber absolut konstant, auf Muscardine kranker Seidenwürmer. Dieser *Rizopus* ist indessen für den Kiefernspinner nicht pathogen. Da er aber fast immer in einer graugrünen, sehr oft auch in weißer Muscardine vorkommt, so ist anzunehmen, daß er zur Bildung dieser Muscardinen irgendwie beiträgt.

Eine *Absidia* kommt ebenfalls häufig vor.

11. Mucor-Arten.

In Elverum ist oft ein blauvioletter Mucor gefunden worden, der dem *M. spinosus* ganz ähnlich ist. Auch in Mykland habe ich ihn in grauen Muscardinen nachgewiesen; er ist nicht pathogen für die Raupen.

In weißen Muscardinen habe ich auch sehr oft Mucormycelien gefunden, die es mir lange unmöglich war, zur Fruktifizierung zu bringen.

Diesen Mucor habe ich ebenfalls nirgends beschrieben gefunden; da ich mich aber möglichst davor hüten möchte, neue Arten aufzustellen, werde ich diesen Mucor, zumal er für die Raupen nicht pathogen ist, an anderer Stelle beschreiben.

12. Verticillium Bombycis.

Dies ist ein ganz eigentümlicher Pilz, der immer in weißer Muscardine vorkommt, ja auch sehr oft im Blut schlaffsüchtiger Raupen gefunden worden ist. Ich habe ihn in einem anderen Werke abgebildet. Seine Kulturen sind schneeweiß; anfangs haben sie eine gewisse Ähnlichkeit mit *Cordyceps*, sind aber viel glatter. Mit dem Alter erhalten die Kulturen eine rosarote Farbe. Verflüssigt stark Gelatineboden; riecht etwas nach Ammoniak. Das mikroskopische Bild ist dem von *Bortrytis Schoenleinii* sehr ähnlich, insofern als sich die Conidien als Clamido-Conidien abgrenzen. Ist nicht direkt pathogen, kommt aber sehr häufig in Muscardinen vor.

13. Cordyceps.

Wie schon erwähnt, habe ich im Blut der kranken Raupen, auf der Haut der lebendigen, und noch mehr in den verschiedenen Muscardineformen immer *Cordycepsmycel* gefunden. Aus diesen habe ich eine *Cordyceps* kultiviert, die ich als eine neue Art aufstellen muß — *Cordyceps norvegica*, nov. sp.

FÜNFTES KAPITEL.

Eine neue Riesencordyceps.

Cordyceps norvegica, nov. Sp.

Es ist selbstverständlich, daß das Hauptinteresse den gefundenen *Cordyceps*-Arten gilt.

Im ersten Jahre ist in Mykland eine kleine, zweifelhafte, *Cordyceps militaris* gefunden worden, die ich eingehend studiert habe. Mit der deutschen Form war sie nicht identisch. Von ihren Ascussporen habe ich rötliches Mycel erhalten. Die weiteren Kulturen haben aber nur Conidienträger, keine Ascusträger entwickelt. Diese *Cordyceps*form kam im Sommer 1906 vor; in den Raupen, die ich später von Mykland selbst mitgebracht habe, war sie dagegen nicht nachzuweisen.

Ich bin aber auf Grund dieser Studien zu dem Ergebnis gekommen, daß *Cordyceps militaris* — wie früher »*Penicillium glaucum*« — eine Sammelspecies sein muß, die aus Pilzen mit verschiedenen Eigenschaften besteht.

Die Myklands-*Cordyceps* ist ein sehr typischer Pilz, sowohl in Bezug auf Mycel, Conidienträger, wie auch Ascusträger. Das polsterartige, flaumige, dichte, schön weißliche Mycel ist zwischen hundert anderen Pilzarten leicht herauszukennen, ebenso wie die eigentlichen, fächerförmigen oder *Clavaria*-ähnlichen, also Fingerpilz-artigen, Conidienträger. Und ganz besonders prachtvoll, und alle anderen *Cordyceps*arten weit übertreffend, sind ja seine schönen roten Ascusträger. Die ersten Kulturen habe ich nicht aus Sporen gezüchtet, sondern aus Mycel, also als Transplantationskulturen angelegt. Von diesen habe ich dann Conidienträger und Conidien erhalten.

Das Mycel ist in jungem Zustand etwas üppiger, als dies sonst bei *Cordyceps* der Fall zu sein pflegt. Solange es im Finstern steht, bleibt es weiß, sobald es aber ans Licht kommt, nimmt es eine gelbe oder auch rötliche Farbe an. Andere Pilze, selbst *Penicillium glaucum*, werden von diesem *Cordyceps*mycel überwuchert und unterdrückt. Die Hyphen des Mycels sind ziemlich dünn, langfädig, wenig verzweigt und wenig septiert (Taf. V, Fig. 27).

Die Conidienträger,

bilden sich früh, indem sie anfangs, wie bei den meisten *Penicillium*-arten, direkt aus dem Mycel, also von ganz flachem Substrat, emporwachsen. Erst später wachsen sie — besonders auf meinem Normalboden für parasitische Pilze (erstarrte Colostrummilch) zu größeren Fruchtkörpern aus.

Die Conidienträger sind sowohl *Verticillium* selbst wie auch *Penicillium* ähnlich, stehen also zwischen diesen. Sie variieren bei den verschiedenen *Cordyceps*-formen (*Botrytis*) sehr wenig, nur in der Form der Sterigmen und Sporen.

Die Träger von *Cordyceps norvegica* sind sehr *Penicillium*-ähnlich, besonders von dem gelben Kiefernspinner-*Penicillium* sind sie oft nicht leicht zu unterscheiden. Die Sterigmen sind lang, verzweigt, sehr spitzig und pfriemenförmig. Es bilden sich massenhaft Conidien, die in sehr langen Ketten rosenkranz-artig zusammenhängen. Oft sammeln sie sich in großen Haufen, wie bei *Acrostalagmus*. Bei trockenem Wetter sind sie ganz mehlig, etwas bräunlich gelb. Es bilden sich davon ganz unglaublich grosse Massen an allen Teilen der Conidienträger (Taf. V, Fig. 28).

Die Conidien,

sind oval oder auch ei-förmig, hängen durch einen ganz kurzen Faden zusammen, stoßen also in den Ketten nicht direkt aneinander. Sie sind $2\ \mu$ lang und $1.5\ \mu$ breit. Sie keimen wie gewöhnliche Conidien mit Aufschwellung und Spitzenwachstum. Es scheint, daß sie im Raupenkörper die Fähigkeit haben, Hefesprossungen zu bilden.

Die Keimung ist auf Fig. 5 und Taf. V, Fig. 29 abgebildet.

Die Conidienfruchtträger,

sind ganz eigenartig, sowohl an den Raupen wie auf künstlichem Substrat. An vielen Raupen werden die Conidienträger ganz *Penicillium*-artig gebildet. An anderen dagegen werden zuerst gewöhnliche *Ascus*-fruchtträger, also wirkliche *Cordyceps*-früchte, gebildet, die massenhaft aus den Raupen herausprossen. An einigen bilden sich auch *Perithecie*-Anlagen, die jedoch nicht weiterwachsen und sich zu reifen *Perithecie*-n entwickeln. Dagegen sprossen aus diesen Fruchtbildungen *Isariastiele* hervor (siehe Taf. III, Fig. 13), an denen sich wiederum Massen von Conidienträgern mit den gewöhnlichen »Mehlmassen« (»*Isaria farinosa*«) bilden. Ich habe Raupen gehabt, bei denen nur ein Fruchtkörper als reguläre *Cordyceps* erhalten

blieb, während alle anderen in verzweigte Conidienträger umgewandelt wurden, wobei die Peritheccien-Anlagen sich derart auswuchsen, daß die Fruchträger wie dürre, kahle Nadelhölzer aussahen. An den Spitzen bilden sich dann neue Mycelien und schließlich Isariafruchtkörper mit Conidienträgern. Ich habe solche sowohl abgezeichnet wie auch photographiert (Taf. I und Taf. 2). Ueberhaupt scheint es, als ob die Ascen sehr leicht zu Conidienträgern auswachsen können.

Auf künstlichem Substrat werden die Conidienfruchtkörper manchmal erst nach Wochen oder Monaten gebildet, indem sie auch da zuerst als Ascusträger wachsen; anfangs sind sie jedoch nicht so lebhaft gefärbt. Sie entstehen als gewöhnliche Rizomorpha-Stränge, die emporwachsen, sich darauf, mehrere zusammen, in Rutenbündeln vereinigen, um schließlich fast ganz zusammenzuwachsen (Taf. IV, Fig. 18). Sie können bis 100 mm. lang werden, gewöhnlich jedoch nur 40—50 mm. Sie sind sehr pleomorph und auch in der Farbe sehr variierend. Man kann besonders zwei Typen bestimmt unterscheiden: Die weißen Keulen und die rotbraunen. Beide Arten habe ich hier abgebildet (Taf. III, Fig. 11 und Fig. 12). Die weißen Keulen wachsen anfangs wie die anderen empor, ganz wie kleine Hutpilze, oder große Pilacre, mit unten einem Stiel und oben einem zottigen, sich ausbreitenden Mycel. Der Stiel wächst, bis er eine Höhe von wenigstens 2—3 cm. erreicht hat, dann fängt er an, sich fächerartig zu verzweigen, worauf sich der Isariakörper unter stetig fortgesetztem Wachstum und fächerartiger Verzweigung herausbildet. Später werden die Conidienfruchtkörper überall, sowohl auf dem Stiel wie an der Spitze, mit Conidienträgern dicht besetzt, und mit »Conidienmehl« bedeckt. In alten Kulturen bilden sich Conidienmassen überall, auch direkt vom Mycel.

Manchmal verzweigen sich die Stiele auch wie eine Clavaria, ja sie sehen ganz wie kleine büschelförmige Clavarien aus, von denen sie sich nur dadurch unterscheiden, daß sie überall mit »Mehlstaub« bedeckt sind. Die Farbe des Stiels ist etwas rosa-rötlich.

Die braunen Fruchtkörper dagegen wachsen anfangs ziemlich dicht geschlossen, der Stiel bleibt lange dick und fest, und ganz unverzweigt. Erst wenn er eine Höhe von 50—60 mm. erreicht hat, verzweigt er sich strahlenförmig, und erst dann fängt die Conidienbildung an (Taf. III, Fig. 11).

Manchmal wachsen die braunen Conidienfruchträger auch zusammen und bilden Fruchtkörpermassen, die wie ein Merulius aussehen. Ich habe Fruchtformen gefunden, die Merulius lacrymans täuschend ähnlich sind, nur etwas heller gefärbt (Taf. IV, Fig. 19).

Ich habe weiße Conidienfruchtkörper aus roten gezüchtet, und umgekehrt. Der Unterschied liegt also nur in äußeren Verhältnissen. Einige von meinen Habitusbildungen sind auf Taf. III, Fig. 11 und 12 wiedergegeben.

Selten habe ich einen Pilz gefunden, bei dem eine so üppige Vermehrung stattfindet, selten einen Pilz gesehen, der unter so vielen verschiedenen Formen auftreten kann.

Unter normalen Verhältnissen behalten die Conidien ihre Keimfähigkeit 2 Jahre lang. Nach 4—5 Jahren sind alle Sporen, und auch das Mycel, abgestorben. Wie lange die Sclerotien lebensfähig sind, weiß ich noch nicht.

Die Sclerotien

bei *Cordyceps norvegica* sind sehr eigentümlich. Die Mumifizierung ist ja auch hier eine Sclerotienbildung, da der ganze Insektenkörper in ein Sclerotium verwandelt wird. Aus diesen Sclerotien wachsen dann nach einer Ruheperiode die Ascus-tragenden Fruchtkörper hervor.

Aber auch in künstlichen Kulturen auf Nährboden, besonders auf solchen, wo die Ascus-tragenden *Cordyceps*-Früchte gebildet werden, bilden sich zuerst Sclerotien, die aber hier normal sind, d. h. aus denen wieder *Cordyceps* hervowachsen.

Die Sclerotien sind nicht sehr groß, bis zu Pfefferkorngröße; sie sind graugelb und liegen im Mycel als erbsengroße Knoten eingelagert (Taf. V, Fig. 23).

Das merkwürdigste ist jedoch, daß man auf und in diesen Sclerotien schon sehr früh Anlagen von *Cordyceps*-Früchten finden kann (Taf. V, Fig. 24).

Die Sclerotien der *Cordyceps* unterscheiden sich nicht von den gewöhnlichen, und bestehen wie diese aus einer äußeren Rinde und einem inneren Mark. Letzteres wieder besteht aus parenchymatischen, ziemlich großen, sehr protoplasma- und fettreichen Zellen. Die Rinde wird nach innen aus sehr dickwandigen, kleinen gelben Zellen gebildet, nach außen aus einem mehr lockeren Mycel (siehe Fig. 24). Aus diesem wachsen die Fruchtkörperanlagen in Rizomorpha-Strängen hervor; sie bestehen aus großen angeschwollenen Zellen, in der Mitte wieder von kleinen Rindenzellen umgeben. Die Anlagen der Ascusfrüchte sind schon in den Sclerotien gelb und sind bereits wie Perithezien geformt (Fig. 24).

Manchmal wachsen aber aus den Sclerotien gar keine Ascusträger hervor, sondern nur Conidienträger. In vielen Kulturen bilden sich eben-

falls massenhaft Sclerotien; aber die Fruchtbildung unterbleibt dann. Warum, weiß ich nicht; wahrscheinlich waren diese Kulturen krank.

Fruchtkörperbildung.

Auf coagulierter Colostrummilch wächst diese *Cordyceps* am besten. Es gelang mir auch hier ganz prachtvolle Ascusfruchtkörper zu züchten. Der Pilz bildet, nachdem er reichliches Mycel entwickelt, auch Sclerotien, die jedoch keine runden Kügelchen, sondern eine ziemlich feste Masse darstellen. Erst nachdem sich die Sclerotien entwickelt hatten, trat — nach einer gewissen Ruheperiode — die Fruchtkörperbildung ein. Die meisten und schönsten Fruchtkörper habe ich auf Colostrummilch in folgender Weise erhalten:

Im Januar 1907 habe ich mehrere Kulturen in großen Serumkolben und großen Bechergläsern angesetzt. Die meisten der Kulturen stammten ursprünglich aus einer Transplantationskultur, von der ich Conidien erhalten hatte. Die meisten davon wurden, während ich eine Zeit krank war, in meine Privatwohnung gebracht, wo sie stehen blieben.

Im März verreiste ich ins Ausland und kehrte erst Mitte Mai nach Hause zurück. Während der ganzen Zeit hatten alle Kulturen unberührt auf meinem Schreibtisch gestanden, in ungeheiztem Raum, bei einer Temperatur von $+ 5$ bis $+ 8^{\circ}$ C., jedenfalls nicht mehr, da während meiner Abwesenheit dieser Teil der Wohnung nicht geheizt worden war. Zu meinem Erstaunen waren, als ich heimkam, in allen Serumkolben und Bechergläsern mit Colostrum, und zum Teil auch, allerdings nur wenig in den Gläsern mit Gelatine, die prachtvollsten *Cordyceps*früchte emporgewachsen — über hundert in einem Kolben, etwas matt, bleich orangenrot, eine Farbe, die sich schwer beschreiben läßt und noch schwerer wiederzugeben ist, ungemein zart und wundervoll abgetönt, unbedingt die schönste Farbe, die ich je im Pilzreich gesehen habe. Die prächtigste dieser Kulturen habe ich wiederholt photographiert (Taf. II). Sie ist erst im September vergeilt. Am schönsten wurden die Kulturen in den Serumkolben, die in Bechergläsern vergeilt sehr schnell, wahrscheinlich sind sie ausgetrocknet.

Die Fruchtanlagen wuchsen ziemlich langsam, sowohl in der Höhe wie in der Dicke; aber allmählich füllten sie den ganzen Kolben vollständig aus, bald hatten sie auch den Wattepfropfen herausgetrieben und wuchsen sich weiter aus. Ich stellte immer größere Bechergläser darüber, damit die Kulturen nicht austrocknen sollten.

Einige der Fruchtkörper habe ich gemessen; ihre größte Länge betrug ungefähr 300 mm, ihre größte Dicke etwa 20 mm, an der Spitze ungefähr 15 mm, gewöhnlich jedoch nur 10 mm (siehe Taf. 1 und 2).

Schon bei meiner Heimkehr waren einige Peritheecien auf den Stielen angelegt, die meisten kamen indessen erst Mitte Juni. Die Farbe der Peritheecien war dunkel karminrot, etwas dunkler als die von *Cordyceps militaris*. Die Peritheecien waren ziemlich groß, 2—3 mm, flaschenförmig, sehr oft verzweigt, je 3 bis 4 zusammengewachsen. Sie saßen aber sehr dicht zusammen und wurden gegen den Boden hin immer spärlicher. Eine Abgrenzung zwischen Peritheecien-tragendem Kopf und Stiel war nicht vorhanden (Fig. 1 und 2), ebenso wenig wie bei den Fruchtkörpern, die aus den Raupenmumien hervorwuchsen. Die Peritheecien tragen die früher beschriebenen langen, fadenähnlichen Ascen, sowie die Bazillen-ähnlichen, in Oidien sich teilenden, Sporen.

Es war mir somit gelungen, diese *Cordyceps* erst in künstlicher Kultur aus Ascus-tragenden Fruchtkörpern von den Raupen zu erzeugen, und darauf auch aus den *Botrytis*-Conidien durch Reinkultur Kolonien zu züchten, die wieder in künstlichen Nährmedien — also saphrophytisch wachsend — *Cordyceps*-Fruchtkörper mit Ascen und Ascussporen bildeten.

Durch diese Versuche ist es also gelungen, alle Stadien der verschiedenen Fruktifikation zu erhalten, nämlich:

- 1) Aus *Ascus*-Früchten die Conidien-Fruktifikation in Reinkulturen.
- 2) Aus der Conidien-Fruktifikation weiter auf künstlichem Substrat neue, vollständig entwickelte, *Ascus*-Früchte, und
- 3) Von diesen wieder neue Conidien-Fruktifikationen.

Die *Ascus*-Früchte,

werden also hier beinahe immer entweder aus den mumifizierten, d. h. in Sclerotien umgewandelten, Raupen oder aus den in Kulturen gebildeten Sclerotien entwickelt. Es sind aber auch auf Colustrum dann und wann Fruchtkörper aus diesem Dauermycel herausgewachsen, bei denen ich keine Sclerotien entdeckt habe.

Sehr bald schon kann man die Fruchtstiele leicht durch ihre orangenzinnoberrote Farbe und die sehr zarte, glatte Oberfläche erkennen. Sie sind anfangs kegelförmig, oder wie ganz kleine Hörner etwas gebogen. An der Spitze ist nur ein weißes Mycelbündel, bis sie die richtige Höhe erreicht haben.

Taf. I sind die Früchte in natürlicher Größe abgebildet. Taf. II eine Kultur im Juli photographiert. Taf. IV, Fig. 16 ein Teil einer Kultur photographiert. Taf. V, Fig. 25 sind die Ascen und Sporen abgebildet.

Die Lebensbedingungen von *Cordyceps norvegica*.

Dieser Pilz wächst auf allen möglichen Substraten. Ich habe schöne Kulturen erzielt sowohl auf Agar-Agar, wie auf Gelatine mit Würze, mit Fleischpepton und mit Urin. Auch auf sterilen Absuden von Erbsen, Bohnen gedeiht der Pilz ganz gut, ja sogar auf gekochten Erlen Zweigen.

Besonders gut gedeiht er aber auf gekochtem Fleisch, und noch besser auf coagulierter Colostrummilch, die wohl den am besten geeigneten Nährboden für diesen Pilz abgibt. Er wächst hier sehr schnell und bildet im Dunkeln ein sehr reiches baumwollenes, polstriges, schneeweißes Mycel. Im Licht schmiegt er sich mehr dem Boden an und wird meistens gelbrockbraun. Er färbt weder Kartoffeln noch Agar-Agar. Es ist ein hartnäckiger, sehr widerstandsfähiger Pilz mit sehr großem Verbreitungsvermögen.

Er besiegte alle anderen mir bekannten Pilze, selbst *Penicillium*-arten und *Aspergillus Oryzæ*, die doch sonst sehr schwer auszurotten sind; beide werden jedoch von der *Cordyceps norvegica* mit größter Schnelligkeit überwuchert. Die Sporen und Conidien haben eine große Fähigkeit, sich weit zu verbreiten. Ich will dafür hier nur ein Beispiel anführen. Eines Tages hatte eine Laborantin beim Waschen einen Kolben mit reichlichem Sporenmaterial dieses Pilzes zerschlagen. Drei Tage darauf waren viele von den anderen Kolben, mit denen ich in demselben Zimmer an diesem Tage gearbeitet hatte, mit *Cordyceps* verunreinigt.

Die Temperaturgrenzen dieses Pilzes,

sind nicht die gewöhnlichen. Durch sehr zahlreiche Versuche habe ich festgestellt, daß dieser Pilz zwischen -2 gr. C. und $+24$ gr. C. wächst, daß aber seine Optimumtemperatur zwischen $+10$ und $+15$ gr. C. liegt.

Die *Cordyceps*-Früchte bilden sich aber am besten bei einer Temperatur von $+5$ bis zu $+8$ gr. C. Ich habe eine Reihe Kulturen angelegt, und zwar auf Würze-Gelatine, auf Fleischpepton und auf Agar-Agar; auf Fleischpepton-Gelatine ohne Zucker sowohl wie auch mit Zucker. Alle Kulturen wurden reichlich mit *Cordyceps* (Botrytissporen) infiziert. Von jeder Art wurde allemal ein Kolben in einen Kellerraum mit ± 0 gr. C. gestellt, während die anderen in Räumen mit gewöhnlicher Zimmerwärme aufbewahrt wurden; bei diesen letzteren zeigte es sich bereits nach Verlauf von 3 Tagen, daß ein deutliches *Cordyceps*-Wachstum begonnen hatte, an den in den Kellerräumen aufbewahrten Kolben dagegen war dann noch nichts zu sehen. Von den anderen wurde nur je ein

Kolben von jeder Sorte Nährboden in andere Kellerräume mit einer Temperatur von bzw. $\div 3$ gr. C., $\div 2$ gr. C. und $+$ 2 gr. C. gestellt.

Es zeigte sich, daß bei einer Temperatur von $\div 3$ gr. C. kein weiteres Wachstum stattfand. Dagegen wuchs der Pilz auf Gelatine mit Würze und mit Fleischpepton mit Zucker bei $\div 2$ und $+$ 2 gr. C. ganz reichlich weiter, und konnte ich später auch eine zwar verkrüppelte, aber doch fertile Conidienbildung feststellen. Auf Fleischpepton-Gelatine ohne Zucker war das Wachstum dagegen sehr gering. Selbst bei ± 0 gr. C. brauchten hier die Conidien zwei Wochen, um nur überhaupt zum Keimen zu kommen und Mycel zu bilden. Auf Agar-Agar wuchs der Pilz erst bei $+$ 2 gr. C.

Das Wachstum in der Kälte war ein etwas anderes als in der Wärme. Das Mycel hatte keine Neigung, sich über das Substrat zu verbreiten — es wächst mehr in die Höhe. Wiederholte Versuche zeigten, daß die Temperaturgrenze dieses Pilzes ein wenig unter $\div 2$ gr. C. liegt, wenn er auf zuckerhaltigen Medien wächst; etwas höher, wenn auch nicht viel, auf Substraten ohne Zucker.

Die Keimung der Conidien wird aber in der Kälte stark verzögert. Einige Kulturen wollten erst nach 6 Wochen auskeimen, wogegen die, welche gleichzeitig in warmen Räumen aufbewahrt worden waren, schon sehr kräftige Conidien entwickelt hatten.

Eine andere Versuchsreihe von Kulturen hat in ähnlicher Weise gezeigt, daß der Pilz am besten bei einer Temperatur von $+$ 15 gr. C. gedeiht. Aber zwischen 10 und 15 gr. C. ist nur sehr geringer Unterschied in der Wachstumsschnelligkeit zu sehen, auch bis zu 18 gr. C. macht sich weiter kein großer Unterschied in dieser Hinsicht bemerkbar.

Aber von 18 gr. C. ab aufwärts wächst der Pilz immer schlechter, und bei 25 gr. C. hört sein Wachstum gänzlich auf. Höhere Temperaturen hatten einen sichtbar schädlichen Einfluß auf den Pilz.

Folgender Versuch zeigte dies. Ich habe 9 Erlenmeyerkolben mit dem Pilz infiziert, davon waren drei mit Würze-Agar, 3 mit Fleischpepton-Gelatine gefüllt. Die Kulturen wurden in einen Raum mit 18 gr. C. Zimmertemperatur gestellt. Nach 5 Tagen brachte ich je einen Serumkolben von jeder Sorte in einen Behälter mit 25 gr. C. und in einen mit 30 gr. C., während ich einen in Zimmertemperatur (18 gr. C.) stehen ließ. Alle drei Kulturen waren schön ausgewachsen. Die Kontrollkulturen wuchsen auch weiter sehr gut. Dagegen hörte bei 25 gr. C. sowohl wie bei 30 gr. C. jedes Wachstum auf. Die Kulturen schienen hier, obwohl sie feucht standen, einzutrocknen. Nach weiteren 5 Tagen habe ich sie aus den Thermostaten herausgenommen. Die Kulturen, die einer Temperatur von 25 gr. C. ausgesetzt gewesen waren, fingen erst nach 8 Tagen

wieder an zu wachsen, aber auch dann immer noch schlecht, und die Kulturen aus dem Behälter mit 30 gr. C. brauchten sogar mehr als 14 Tage, ehe sie sich einigermaßen erholten. Aber richtig gedeihen wollten diese Kulturen niemals wieder, selbst nicht die auf Gelatine angelegten. Bei 60 gr. C. wird der Pilz schon nach einigen Stunden getötet.

Dieser Pilz ist also für unsere Witterung in Norwegen sehr gut geeignet, da er am besten in einer Temperatur wächst, die der Blutwärme der Raupen entspricht, und auch in Bodentemperatur sehr gut gedeiht, ja sogar noch bei dem im Herbst im Erdboden herrschenden Wärmegrad wachsen kann.

In Mykland habe ich diesen Pilz, wie bereits mitgeteilt, in der Erde wachsend gefunden. Es ist also ein saprophytischer Pilz, der sich jedoch der parasitischen Lebensweise angepaßt hat.

SECHSTES KAPITEL.

Untersuchung des Bodens nach Insekten-vertilgenden Pilzen in Elverum, Mykland und Sogn.

Sowohl in Elverum wie auch in Mykland und Sogn habe ich Untersuchungen über die Pilze des Erdbodens angestellt. An allen drei Orten habe ich sehr interessante Funde gemacht, die aber nichts mit dieser Untersuchung zu tun haben.

In Elverum habe ich gar keine Cordycepsarten und auch keine anderen pathogenen Pilze im Erdboden gefunden.

In Sogn kam ich leider zu spät, um etwas von der Gastropacha-Epidemie zu finden.

In Mykland dagegen haben die Bodenuntersuchungen sehr interessante Ergebnisse gezeigt.

Wie ich bereits in der Einleitung erwähnt habe, bildet der Humus in Mykland nur eine sehr dünne Lage. An vielen Stellen war der Lehm- und Torfboden von einem eigentümlichen Mycel durchwuchert. Ich hatte sofort die bestimmte Vermutung, daß dieses Mycel eine Art Botrytis-Cordyceps-Mycel wäre. Dieses Mycel stand an vielen Stellen auch in direkter Verbindung mit dem Muscardineschimmel. Indessen habe ich dieses Mycel auch an vielen Stellen gefunden, wo es ganz unmöglich war, irgend welche Spuren von Raupen oder anderen Insekten zu finden.

Das Mycel war sehr reichlich, hatte große Massen von Erde durchwuchert und war manchmal ganz wie Tomentella-Früchte mehlig. Deutliche Isariabildung dagegen habe ich nirgends gefunden.

Nach meiner Rückkehr aus Mykland erwies sich das Mycel sowohl unter dem Mikroskop, wie auch später in den Kulturen als ein echtes Cordyceps-Mycel. Ich habe sehr bald Reinkulturen davon erhalten, und von diesen wieder sehr schöne Isariafruchtkörper denjenigen der Raupen-Cordyceps ganz analog. Aber stets waren es ganz braune Formen, die ich von diesen Kulturen erhielt.

Ich fand dies Mycel an sehr vielen, verschiedenen Stellen — oft viele Kilometer weit von einander entfernt.

Es ist damit festgestellt, daß diese *Cordyceps* also nicht parasitisch nur in den Raupen selbst lebt, sondern auch vollständig saprophytisch im Boden wächst, ja daß diese saprophytische Lebensweise ihre eigentliche ist, während ihr Parasitismus nur ein Adaptationsphänomen, wie es Brefeld bereits vor vielen Jahren für andere parasitische Pilze nachgewiesen hat.

Gegenüber diesen sehr interessanten Beobachtungen über die Lebensweise dieser *Cordyceps* sind alle anderen Ergebnisse der Bodenuntersuchungen von geringerer Bedeutung. Ich habe z. B. auch *Acaulium nigrum*, *A. flavum*, *A. insectivorum* (*Pseudo-Isaria*), dasselbe *Verticillium*, *Penicillium* *Bombyces* u. a. im Boden wiedergefunden, und gleichzeitig auch andere sehr interessante Pilzfunde gemacht.

In Sogn ist es mir bisher noch nicht gelungen, diese *Cordyceps* im Boden zu finden.

Cordyceps norvegica ist also kein echter Parasit, sondern auch ein Saprophyt mit Conidienbildung, der sich aber auch einer parasitischen Lebensweise angepaßt hat.

SIEBENTES KAPITEL.

Infektions-Versuche mit Raupen und mit anderen Insekten.

Mit allen konstant gefundenen Pilzarten wurden Infektionsversuche an lebendigen Kiefernspinnerräupen und anderen Insekten vorgenommen. Ich habe die ganze Zeit ein sehr reichliches Untersuchungsmaterial zur Verfügung gehabt: Tausende von Raupen, von denen ich Eier sowohl wie auch Puppen und Schmetterlinge züchtete.

Die Versuche wurden in verschiedener Weise ausgeführt.

1. Impf-Versuche.

Der Impfstoff wurde mittels einer Platinnadel direkt eingepflicht durch einen Hautriß, den ich mit einer sterilen, sehr scharfen, Lanzettnadel machte. Auch durch den Mund wurde den Raupen der Impfstoff mittels einer Platinnadel beigebracht. Besonders wurden Schimmelpilze in der Weise geprüft.

2. Fütterungs-Versuche.

Kiefernadeln wurden in großen Bechergläsern mit Sporen bespritzt, und darauf eine bestimmte Anzahl Raupen hineingetan. Die Raupen wurden immer erst 14 Tage, oft auch 3 Wochen, in »Quarantäne« gehalten.

Diese Versuche wurden bisweilen auch in der Weise ausgeführt, daß ich eine bestimmte Anzahl gesunde Raupen in Reinkulturen der betreffenden Pilze (mit reichlicher Sporenbildung) steckte und sie in ihnen ein paar Tage bleiben ließ, worauf ich die Raupen wieder in reine Bechergläser mit frischen Kiefernadeln zu weiterer Beobachtung brachte.

3. Äusserliche Infektion durch Sporen-Bespritzung.

Gesunde Raupen wurden mit Sporen, die teils getrocknet und pulverisiert, teils in Wasser ausgeschlemmt waren, bespritzt. Diese Raupen wurden mehrere Tage lang in sterilen Kolben ohne Futter gelassen, um verhältnismäßig sicher sein zu können, daß die Sporen nicht gefressen wurden, sondern nur von außen wirkten.

4. Gegenseitige Ansteckungs-Versuche.

Endlich wurden gesunde Raupen mit bereits angesteckten, kranken und eingegangenen Raupen zusammengebracht, um das gegenseitige Ansteckungsvermögen festzustellen.

5. Infektions-Versuche mit Puppen, Eiern und Schmetterlingen.

Um mit Sicherheit feststellen zu können, ob ein Pilz die Raupen von außen angreifen könne, oder nicht, wurden auch mehrere Versuche mit Puppen, Eiern und Schmetterlingen angestellt.

6. Infektions-Versuche mit anderen Insekten.

Auch mit anderen Insekten wurden solche Versuche angestellt, besonders mit Fliegen, Mücken, Wespen, Bienen, Hummeln, Holzwespen, Wanzen sowie auch mit Kohlraupen und Schnecken.

Alle gefundenen Pilze, sowohl Hefen, Bakterien wie Schimmelpilze, wurden auf die oben angegebene Weise geprüft (mit Ausnahme von Verfahren 4). Die Versuche wurden aber nur mit den Pilzarten vorgenommen, die einigermaßen konstant vorkamen.

Ich will aber gleich hier ausdrücklich hervorheben, daß ich persönlich kein so außerordentlich großes Gewicht auf diese Ansteckungs-Versuche lege, ebenso wenig wie ich den Ergebnissen davon besonders großen Wert beimesse, da die Verhältnisse im Laboratorium ganz andere sind als wie in der freien Natur, selbst wenn man versucht, die äußeren Umstände so genau wie möglich nachzuahmen. Sehr oft habe ich denn auch mit den Pilzen aus Elverum im Laboratorium positive Ergebnisse erzielt, die sich indessen im Freien nicht wiederholten.

Viel größere Bedeutung haben dagegen meines Erachtens einige zufällige Ansteckungsfälle, die von selbst zustande kamen und bei denen ich nur wenig mitgewirkt habe. Z. B. starben alle Fliegen im Laboratorium während des ganzen Sommers und blieben für ein ganzes Jahr vollständig verschwunden, u. ä., worüber ich später genauer berichten werde.

Auf welchen Wegen die Raupen in den Tierkörper eindringen, sieht man am besten durch

Schnittpräparate der Raupen.

Von vielen Raupen, die an *Sporotrichum globuliferum*, *Botrytis Tenebrae* und *Cordyceps norvegica* eingegangen waren, habe ich Schnittpräparate gemacht.

Die Raupen wurden, wie gewöhnlich, erst einige Wochen in 10 % Formaldehyd gehärtet, darauf gut ausgewaschen und in 96 % Alkohol gelegt.

Die Schnittpräparate sind bei meinem Freunde, Dozent der Histologie und Mikroskopie an der Universität zu Kristiania, Direktor des histologischen Instituts, Dr. med. F. G. Gade, ausgeführt worden. Hierbei zeigte es sich, daß die Infektionswege gar nicht immer dieselben sind bei den verschiedenen Pilzen. Ebenso war es sehr interessant zu beobachten, wie *Sporotrichum globuliferum* nur durch den Mund und den Darmkanal einzudringen vermag.

Das Mycel dieses Pilzes wächst erst durch den Ventrikel und die Darmwand in den Körper hinein und gedeiht besonders in den Muskelpartien, ohne diese jedoch durchdringen zu können. Gleichzeitig kann man auch deutlich sehen, wie die außen auf der Haut sitzenden Pilzfäden vergeblich versuchen, in den Körper einzudringen.

Botrytis Tenella wächst ebenfalls am besten von innen nach außen heraus. Hier kann man aber beobachten, daß die Hyphen nicht nur durch die weicheren Bauteile herauswachsen, sondern auch von der Außenseite hineinwachsen können, um sich dann im Körper der Raupen zu verbreiten.

Diese Schnittpräparate zeigen deutlich, daß für beide diese Pilzarten der Hauptweg der Ansteckung doch durch den Mund geht; für *Sporotrichum* bei *Gastropacha* sogar ausschließlich durch den Mund, für *Botrytis Tenella* jedoch auch, aber nur teilweise, durch die Haut.

Bei *Cordyceps norvegica* liegt dagegen die Sache etwas anders.

Aus den Schnittpräparaten der Raupen, die mit diesem Pilz versuchsweise infiziert wurden, war es leicht zu sehen, daß auch hier die Pilze sehr gern durch den Darmkanal in den Körper eindringen. Die Mundteile verschimmeln regelmäßig und zwar bereits während die Raupe noch am Leben ist. Dies stimmt auch mit der Beobachtung überein, daß gleichzeitig mehrere Darmparasiten mit hineindringen. Aber daneben ist die Infektion von außen durch die Chitinhaut sehr häufig, besonders bei den in der Erde eingegangenen Raupen. Ja, ich bin überzeugt, daß sogar ein sehr beträchtlicher Teil der Raupen erst in der Erde infiziert wird, und zwar von außen, durch die Haut, während ihres Winterschlafs.

Sehr viele Raupen verschimmeln schon zu Lebzeiten fleckenweise und werden hart, besonders werden Nacken und Füße angegriffen, weißschimmelig und ganz hart. Mit Hilfe der Schnittpräparate läßt es sich leicht feststellen, daß die Pilzhypen von außen in den Körper hineingewachsen sind.

Ergebnisse der Infektions-Versuche.

ad 1. Die direkten *Imfversuche* sind wenigstens meistens gut gelungen. Die Raupen starben und wurden mumifiziert, sehr oft sind sie aber auch eingegangen, ohne mumifiziert zu werden, sie verfaulten einfach.

ad 2. *Die Fütterungs-Versuche* dagegen sind stets gelungen, natürlich am besten in den Fällen, wo die Raupen Gelegenheit hatten, die Reinkulturen zu fressen. Nach 4 Tagen waren sie regelmäßig erkrankt, nach einer Woche waren sie immer tot, und nach zwei Wochen bereits hart geworden, d. h. mumifiziert. Die meisten Raupen bekamen eine Art Mund-Diphtherit; schon während sie noch lebten, ist die Mundpartie angeschwollen, die Raupe konnte nicht mehr fressen. Aus dem Munde wuchs ein weißer Büschel von Hyphen hervor. Die Raupe ist dann bald darauf eingegangen und mumifiziert worden. Ähnliche baumwollen-artige Hyphenbündel wuchsen auch oft zum After heraus. Ebenso oft sind der Nacken und die Füße, besonders die Hinterfüße, verschimmelt und hart geworden.

Von solchen Raupen wurden immer Kulturen angelegt, und die Raupen selbst entweder vor ihrem Eingehen oder nach der Mumifikation in Formalinlösung gelegt.

Ich muß aber bemerken, daß je länger die Raupen in der Gefangenschaft gelebt hatten, je weniger Fälle von Mumifikation und Muscardine habe ich erhalten. Zwar sind die Raupen später im Laufe des Winters eingegangen, wurden jedoch nicht mumifiziert, auch der Prozentsatz der bei den Ansteckungs-Versuchen gesund gebliebenen Raupen ist immer gegen den Frühling hin gestiegen. Ob die Ursache hiervon im Pilz oder in den Raupen selbst zu suchen ist, ließ sich nicht feststellen.

ad 3. *Ansteckung von außen.* Je älter die Raupen waren, um so weniger wurden sie durch Infektion von außen angegriffen. Die jungen Individuen starben meist bereits nach Verlauf einer Woche und wurden mumifiziert. Die älteren zeigten sich dagegen mehr widerstandsfähig, sie wurden erst nach 14 Tagen krank, und auch da nur in einigen wenigen Fällen, während sie durch Fütterung mit Infektionsstoff sehr leicht zu Grunde gingen.

ad. 4. Eine *gegenseitige Ansteckung* konnte ich mit Sicherheit nicht nachweisen. Von den zusammenwohnenden Raupen starben besonders anfangs dann und wann einige. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß sie anderweitig angesteckt worden waren.

ad 5. *Infektions-Versuche mit Puppen, Eiern und Schmetterlingen.* Gegen den Frühling hin haben sich die meisten Raupen verpuppt, und gegen den Sommer entwickelten sich aus den Puppen Schmetterlinge, die sehr bald Eier legten, teils nach, teils ohne Befruchtung. Ich habe somit die beste Gelegenheit gehabt, Versuche mit allen Entwicklungsstadien zu machen.

a. *Infektions-Versuche mit Puppen.* Die Puppen spinnen sich in seidenartige Kokons ein. Sie liegen sehr ruhig, zappeln aber, wenn man sie aus den Kokons herausnimmt, sehr lebhaft. Es läßt sich dadurch sehr leicht feststellen, ob sie lebendig, tot, oder nur krank sind.

Diese Infektions-Versuche wurden hauptsächlich deshalb gemacht, um sicher nachweisen zu können, daß die Infektion durch die Haut von außen vor sich gehen kann.

Ich wählte 12 Puppen aus, die alle normal aussahen. Von diesen ließ ich 6 Stück zur Kontrolle in den Kokons, während ich andere 6 herausnahm und, nachdem ich ihre Lebensfähigkeit festgestellt hatte, mit Conidien von *Cordyceps norvegica* bespritzte, bestäubte und beschmierte. Darauf habe ich sie in sterile Kolben gesteckt und neben die Kontrollgläser gestellt. Die Puppen können ja, weil sie überhaupt nicht fressen, nur von außen angesteckt werden. Die Kontrollpuppen haben alle mit der Zeit normale Schmetterlinge entwickelt, wovon ich neue Generationen Kiefernspinnerraupen erhalten habe.

Von den 6 infizierten Puppen sind 5 nach einer Woche eingegangen, sie verschimmelten und wurden mumifiziert (siehe Abbildung Taf. III, Fig. 9 und Taf. IV, Fig. 20). Die 6te dieser infizierten Puppen ist dagegen am Leben geblieben und hat auch seinerzeit einen Schmetterling entwickelt. (Das Seltsame bei der Sache aber ist, daß dieser Schmetterling sich als eine vollständige Mißgeburt erwies und auch sehr bald, ohne Eier zu legen, einging.)

Dieser Versuch zeigt also, daß *Cordyceps norvegica* die Fähigkeit besitzt, von außen durch die Haut einzudringen, und die Puppen anzu- stecken und auch zu töten vermag.

Die Schnittpräparate haben auch weiter gezeigt, daß die Hyphen die Chitinhaut zwischen den Ringen durchwuchern.

b. Daß die *Eier* sich anstecken lassen, ist mir nicht möglich gewesen, nachzuweisen, wogegen die *Schmetterlinge* von *Gastropacha pini* sehr leicht durch Conidien-Bespritzung angesteckt und mumifiziert wurden.

Infektions-Versuche mit anderen Insekten.

Alle Insekten, deren ich im Herbst, Winter und Frühling nur irgend wie habhaft werden konnte, habe ich zu Infektions-Versuchen benutzt; besonders Wespen, Hummeln und Holzwespen.

Alle Versuchstiere habe ich einfach einige Minuten in Kolben mit Reinkulturen von *Cordyceps* gesteckt und darauf in sterile Kolben, und so aufbewahrt. Alle ohne Ausnahme sind nach 4—6 Tagen gestorben, verschimmelt, und später hart geworden. Einige davon habe ich photographiert und hier abgebildet (Taf. IV, Fig. 20). Selbst einige Wanzen habe ich infiziert, und auch mit positivem Ergebnis, d. h. Verschimmelung und Mumifikation; schon nach 4 Tagen waren die Wanzen sämtlich tot.

Auch mit Kohlraupen habe ich Ansteckungs-Versuche mit tötlichem Ausfall erzielt. Etwa 50 Raupen wurden zu diesem Zweck in verschiedener Weise infiziert, meistens jedoch durch Fütterung mit Kohlblättern, die zuerst gründlich mit *Cordyceps*conidien bestäubt waren. Gleichzeitig habe ich auch viele Raupen als Kontroll-Tiere steril gehalten; während letztere sich sämtlich in normaler Weise verpuppten, sind die angesteckten Kohlraupen zum Teil nach 4—6 Tagen gestorben. Sie sind zuerst schlaff geworden, die Magenteile schwellen an, worauf die Raupen eingingen. Einige sind verfault, die meisten aber verschimmelt und eingetrocknet — mumifiziert.

Ungefähr ein Drittel der angesteckten Kohlraupen ist nicht gestorben, sondern hat sich verpuppt. Die Puppen sind aber schon nach einigen Tagen gestorben; zuerst bekamen sie eine rötliche, dann eine bräunliche Farbe. Die Magenteile waren zuerst wie aufgeblasen, später wieder eingefallen und sahen wie ausgefressen aus; eine bräunliche Flüssigkeit floß heraus. Schnittpräparate von diesen Mumien haben gezeigt, daß aber auch andere Pilze, besonders Bakterien, im Magen mitgewirkt haben, wahrscheinlich nur Fäulnisbakterien. Es ist mir nicht gelungen, aus diesen Mumien wieder Ascustragende Fruchtkörper zu erhalten — nur Conidien.

ACHTES KAPITEL.

Selbstinfektion der Fliegen. Fundort des Pilzes in der Nähe des Laboratoriums.

Ich habe während meiner Ansteckungs-Versuche eine deutliche Selbstinfektion der Fliegen und Mücken im Laboratorium beobachtet, wenigstens in den Räumen, wo mit *Cordyceps*-Zerpulverungen gearbeitet wurde. Den einen Fall will ich hier näher beschreiben.

Nachdem ich festgestellt hatte, daß *Cordyceps* in den Erdproben aus Mykland wuchs, wurde diese Erde in einer gewöhnlichen viereckigen Blechkiste (»Cakesbox«) aufbewahrt. In diese Kiste wurde nun bei Gelegenheit ein gewöhnliches Trinkglas mit einigen Raupen darin, die nicht von *Cordyceps* angegriffen, aber zu Temperaturmessungen benutzt worden waren, hineingestellt, und später vergessen. Einige Wochen darauf wurde die Kiste wieder geöffnet, war aber ganz voller Mücken oder ganz kleiner Fliegen und wurde deswegen sofort wieder geschlossen. Darauf blieb sie ruhig wieder einige Wochen stehen und wurde gelegentlich geöffnet. Sämtliche Fliegen und Mücken waren vollständig verschwunden. Die Wände der Kiste und zum Teil auch die Innen- und Außenseite des Trinkglases waren mit ganz kleinen Häufchen Schimmel bedeckt, die sich bei näherer Untersuchung als kleine, mit *Botrytis*-Fruchtifikation überwucherte Fliegen und Mücken herausstellten, die Massen von Conidien enthielten. Unter dem Mikroskop erwiesen diese sich als typische *Cordyceps*-Conidien, und in den Reinkulturen entwickelten sie typische *Isaria*-formen, wie bei *Cordyceps norvegica*.

Uebrigens habe ich auch aus mehreren Mücken und kleinen Fliegen außer *Cordyceps*, *Acaulium flavum* gezüchtet, was darauf schließen läßt, daß dieser Pilz vielleicht etwas bei der Insektenvertilgung mitwirkt.

Diese kleinen Insekten waren wahrscheinlich von dem Erdmycel angesteckt worden. Die Hauptsache aber ist, daß die Ansteckung spontan erfolgte, ohne bewußtes Mitwirken meinerseits.

In dieser Verbindung kann ich noch mitteilen, daß in dem Sommer alle Fliegen aus dem Laboratorium verschwunden waren, während sie sonst zu der Jahreszeit, besonders infolge der Nachbarschaft einer Pferde-

koppel hier sehr lästig fallen konnten. Einige Exemplare habe ich allerdings hin und wieder gefunden, die mit *Cordyceps-Botrytis* bedeckt waren, es waren ihrer aber nicht viele. Sie schienen anderswohin verzogen zu sein.

Daß dieses Verschwinden der Fliegen in Kausalverbindung mit den vielen Impfversuchen mit *Cordyceps* steht, daran zweifle ich keinen Augenblick. Jedenfalls zeigte dieser Fall mit den Mücken und kleinen Fliegen, daß dieser Pilz mit Leichtigkeit spontan verschiedene Insekten anstecken kann.

Dagegen sind alle meine vielen Infektions-Versuche mit Schnecken und Regenwürmern erfolglos geblieben; keins dieser Tiere wurde von *Cordyceps* angegriffen.

Cordycepsfundort in der Nähe des Laboratoriums.

Anfang November 1907 machte ich mit einem meiner Assistenten einen Ausflug, um in einem kleinen Gehölz zwischen meinem Laboratorium und meiner Privatwohnung Pilzparasiten zu suchen. Unter einigen Fichten, die so dicht zusammenstanden, daß sich hier eine ganz schattige, graslose Stelle gebildet hatte, entdeckte ich zwischen den schwarzen Fichtennadeln und Gestrüpp eine weiße mehlige Masse, die sich einige Millimeter vom Erdboden emporhob (ungefähr in derselben Weise, wie ich zum ersten Mal *Ptychogaster farinosus* wachsen sah). Es zeigte sich sofort, daß es sich um die mehlige Masse einer *Cordyceps*-Conidienbildung handelte (siehe Taf. IV, Fig. 21 u. 22). Genauere Untersuchung ergab auch, daß die ganze Masse von einer gelben großen Raupe ausging, nämlich einem Kornwurm — einer *Elater*-Raupe. Bei vorsichtigem Aufheben der Masse konnte man auch die *Isaria*fruchtkörper leicht sehen. Einige waren ganz einfach, nur wenig verzweigt, die meisten jedoch waren zu einer richtigen Wand, ganz mesenteriumsartig gefaltet und gebogen, zusammengewachsen, reihenweise neben einander mit der Basis etwas enger auf der Raupe, und oben fächerförmig verbreitert mit den *Botrytis*früchten, und den Unmassen von Conidien zuoberst. Die mehlartigen Conidien waren ganz weiß, wogegen die stielartige Basis der Reihen gelbbraun gefärbt war. (Die große Menge der Conidien machte eine photographische Aufnahme der Stiele unmöglich.) Die Raupe hatte sich zwischen Aestchen und Nadeln versteckt.

Sowohl mikroskopisch wie noch mehr in Reinkultur zeigte sich diese *Isaria* mit derjenigen aus Mykland völlig identisch. Doch ist der absolute Beweis hierfür noch nicht erbracht, solange ich nicht auch die *Ascus*früchte erhalten habe.

Ich bezweifle auch nicht im geringsten, daß dieser Pilz aus meinem Laboratorium stammt, zumal ich solche Pilze früher in der Gegend nie gesehen, obwohl ich doch die Wälder hier ziemlich genau durchsucht habe. Da ich mich rühmen darf, für Pilze ein sehr scharfes Auge zu besitzen, bin ich auch ziemlich sicher, daß so ein Pilz, selbst wäre er minimal klein gewesen, mir nicht entgangen wäre. Dazu kommt, daß meine Kinder, die ebenfalls sehr tüchtige Pilzkenner und -Sammler sind und mir immer ihnen neue, unbekannte Sachen mitbringen, daß auch sie niemals solche Pilze hier in der Umgebung gesehen haben. Wie es sich nun damit verhalten mag, ob er ausgeschlüpft ist oder nicht, jedenfalls ist der Beweis erbracht, daß dieser Pilz hier wachsen, und daß man auch die Waldungen mit ihm infizieren kann. Wenigstens waren in dem Herbst die Lebensbedingungen für diesen Pilz sehr günstig, auch hier im trockenen Klima des »Östlands«. Der darauffolgende Sommer ist aber dafür für die Pilzwucherung um so ungünstiger gewesen.

NEUNTES KAPITEL.

Warum ich eine neue Cordycepsart aufgestellt habe.

Cordyceps norvegica nov. sp. habe ich diese Riesen-Cordyceps genannt, weil ich sie in so vielen Beziehungen von *Cordyceps militaris* abweichend finde, daß ich sie trotz meiner sonstigen Abneigung, neue Arten aufzustellen, als selbständige Species bezeichnen muß. Die bemerkenswertesten Abweichungen sind folgende:

1. Die Gröfze.

Alle Verfasser beschreiben *Cordyceps militaris* als einen kleinen, nur 20—30 mm. hohen Pilz mit einem dicken Stiel. Nirgends, wo ich ihn gesehen habe, war er höher als 30 mm., *Tulasne* gibt ebenfalls an, daß er niemals 40 mm. übersteigt. Meine *Myklands*art wird dagegen, wie erwähnt, 150—200 mm. hoch, wenn aus mumifizieren Raupen herausgewachsen, und saprophytisch auf *Colostrum coagulum* sogar 300 mm., bei einer Dicke von 15 mm., ist also auch mehrmals so dick als *Cordyceps militaris*.

2. Die Peritheccien und ihre Anordnung.

Diese sind hier größer, mehr flaschenförmig, verzweigt, und sitzen viel mehr zerstreut als bei *Cordyceps militaris*. Sie sind auch über den ganzen Stiel verteilt, während man bei *Cordyceps militaris* sehr leicht eine Stielpartie und eine Kopfpattie, wo die Peritheccien sitzen, unterscheiden kann. Dies ist zwar auch bei *C. militaris* nicht unbedingt stets der Fall, aber doch immerhin die Regel.

3. Die Farbe

ist bei dem neuen Pilz etwas mehr orangengelb.

4. Die Isariafruchtformen

sind hier ganz anders gestaltet. Erstens sind sie immer viel größer. Die Conidienfruktifikation bei *Cordyceps militaris* ist auf künstlichem Nährboden

im Laboratorium immer sehr flach, beinahe *Penicillium*- und *Aspergillus*-artig, sich selten mehr als einen Millimeter vom Substrat emporhebend. Bei der *Cordyceps norvegica* dagegen können die Conidienfruchtträger nicht selten 50—60 mm., ja oft sogar 100 mm. lang werden, handförmig, clavariaförmig oder in Bündeln gesammelt, gelb oder braun gefärbt. Auf Insekten wachsend sind auch die *Isaria*früchte von *C. militaris* klein, wenig verzweigt, ganz winzig.

Bei *Cordyceps norvegica* wachsen meistens aus den Raupen erst Ascusfruchtkörper-Anlagen hervor, und oft bilden sich überhaupt keine Perithecien, sondern an der Spitze der kahlen gelben Stiele sprossen Bortrytesfrüchte mit überreichlichen mehligten Conidienfruchtkörpern.

5. Die Pathogenität

gegenüber Insekten ist bei *Cordyceps norvegica* viel größer als bei *C. militaris*.

6. Die Temperaturgrenzen

sind andere, insofern als *C. norvegica* viel niedrigere Temperatur verträgt und solche sogar vorzieht.

7. Die Lebensweise

ist ebenfalls eine andere: *Cordyceps norvegica* ist auch ein saprophytischer Pilz, der sehr gut in der Erde saprophytisch leben kann.

Die Größe der Sporen ist bei *C. norvegica* ein klein wenig geringer. Ich habe aber auch bei *C. militaris* ziemlich bedeutende Schwankungen beobachtet, sowohl was die Größe der Sporen, wie die der Conidien anlangt.

Aus allen diesen angeführten Gründen, besonders aber wegen der Verschiedenheiten in der Form und Größe der *Isarien* sowie in der Größe der *Cordyceps*früchte, habe ich diesen Pilz als eine neue Art aufgestellt und ihn, weil nur in Norwegen gefunden, *Cordyceps norvegica* Sopp genannt.

Wie bereits oben erwähnt, bin ich zu der Anschauung gekommen, daß *Cordyceps militaris* überhaupt eine Sammel-species ist, ganz wie früher *Penicillium glaucum*, das ich selbst in wenigstens 25 scharf von einander gesonderte Arten geteilt habe. Es mag aber auch sein, daß, wenn es erst gelingt, die anderen Formen von *C. militaris* auf künstlichem Nährboden reinzuzüchten, es vielleicht auch möglich werden wird, zwischen diesen größere Formen zu finden.

ZUSAMMENFASSUNG.

Diese Untersuchungen sind mit Beitrag des Pasteur-Legats ausgeführt worden, das mich auch bei mehreren meiner anderen wissenschaftlichen Forschungen unterstützt hat.

Die früheren Untersuchungen in Elverum, Österdalen, — ebenfalls in den Schriften der »Videnskabsselskab« veröffentlicht — haben gezeigt, daß dort weder im Erdboden, noch auf den Larven des Kiefernspinners, des »Gramm«, Insekten-vertilgenden Pilze zu finden waren. Die dort gefundenen Bakterien, Hefen und Schimmelpilze können zwar in daß Blut der bereits erkrankten, nassen, halb erfrorenen Raupen eindringen, nicht aber in das der gesunden Tiere. Ebenso wurde nachgewiesen, daß auch von den im Laboratorium untersuchten Insekten-vertilgenden Pilzen nicht anzunehmen ist, daß sie unter gewöhnlichen Verhältnissen dort gedeihen, und sich verbreiten können. Unter den Pilzen, mit denen solche Versuche angestellt wurden, befand sich auch die in Deutschland häufig auftretende *Cordyceps militaris*, die jedoch nicht tötlich auf den Kiefernspinner von Elverum wirkte.

Als in den Jahren 1906 bis 1907 eine große Kiefernspinnerepidemie in Mykland auftrat, fand ich bei meinen Untersuchungen an Ort und Stelle, die ich auf Aufforderung des Vorsitzenden der Norwegischen Waldgesellschaft — »Det norske Skogselskab« —, Herrn Konsul Axel Heiberg, anstellte, daß bis zu 80 % der Larven, die in Winterschlaf verfallen waren, von einer eigenen Pilzart angegriffen, schimmelig und mumifiziert worden waren. Ich konnte deshalb davon abraten, ohne Not bedeutende Geldbeträge für Leinung auszugeben, zur Bekämpfung dieser Epidemie, die sich über mehrere hundert Kilometer guten Wald erstreckte. Ich war überzeugt, daß sich im Erdboden ein Pilz finden mußte, der die Epidemie zum Stillstand bringen würde. Dieser Pilz, der den Kiefernspinner in Mykland angegriffen hatte, wurde in meinem Laboratorium reingezüchtet und nach jeder Richtung hin untersucht. Er erwies sich als im höchsten Grad Insekten-vertilgend, indem er innerhalb kurzer Zeit nicht nur im Laboratorium Fliegen, Mücken, Wespen, Hummeln, Holzwespen, Wanzen, Kohlmark u. a. tötete, sondern auch — was das Wichtigste ist — spontan im Walde die

Kiefernspinnerlarve, nachdem sie zum Winterschlaf in den Erdboden gekrochen war, vernichtete. Dieser Pilz besitzt eine phänomenale Ausbreitungsfähigkeit, indem seine zahlreichen Fruchtformen sämtlich außerordentlich große Massen Samen entwickeln, die sich mit Leichtigkeit im Winde verbreiten.

Eine direkte Analyse des Humus in Mykland zeigte, daß der Pilz im Erdboden selbst wuchs, und weitere Untersuchungen taten dar, daß er bei einer sehr niedrigen Temperatur, bis herab auf 2 Grad unter dem Gefrierpunkt, — 2° C., gedieh.

Es gelang mir, im Laboratorium alle seine Entwicklungsformen sowohl auf Larven wie auf künstlichem Nährboden zu züchten, seine Konidienträger sowie seine Ascus-tragenden Fruchtkörper. Ich erzielte die Bazillenform, die Oidienform, die Hefenform und auch Sclerotien von ein und demselben Pilz — sämtlich in Reinkultur auf künstlichem Nährsubstrat —, wobei sich erstarrte Colostrummilch als das günstigste Substrat zeigte.

Den ganzen Formenzyklus auf künstlichem Boden in Reinkultur darzustellen, ist bisher noch mit keiner anderen *Cordyceps* gelungen. Der Parasitismus ist für diesen Pilz, der also auch im Erdboden leben kann, keine absolute Lebensbedingung, er ist auch nicht ausschließlich auf den Kiefernspinner angewiesen, sondern greift auch andere Insekten an. Seine höheren Fruchtformen sind viele Mal größer als bei irgendeiner der früher beschriebenen Arten, weshalb ich mich entschloß, eine neue Species aufzustellen: *Cordyceps norvegica*. Diese ist wahrscheinlich bisher der *Cordyceps militaris* zugerechnet worden, die sich bei mir als Sammelart erwiesen hat.

Infektionsversuche im Laboratorium haben gezeigt, daß dieser Pilz — besonders bei Puppen, die ja keine Nahrung zu sich nehmen — nicht allein mit dem Futter in den Darmkanal eindringt, sondern auch direkt durch die Haut einwachsen kann. Dieser neue, sehr pleomorphe, Pilz wirkt gewiß, was sich auch direkt gezeigt hat, hauptsächlich dadurch, daß er unmittelbar von außen in die Larve einwächst, wenn die Raupen in Winterschlaf verfallen sind. Die Kiefernspinnerlarve — der »Gramm« — hat nämlich eine Körperwärme von 12 bis 15° C., was die beste Wachstumstemperatur des Pilzes ist, wenn er auch an und für sich bei einer Temperatur von 0° C. gedeihen kann. Im Sommer wirkt natürlich die Infektion mittelst Sporen, aber die Winterinfektion ist die effektivste, da dann nicht nur die Larven selbst sterben, sondern auch neue Pilzformen sich entwickeln, die besonders reichlich Sporen ansetzen und sich gerade zu der Zeit verbreiten, wann die während des Winters nicht getöteten Raupen aus der Erde hervorkriechen, um neue Nahrung zu suchen. In dem halb erfrorenen, geschwächten Zustande sind sie doppelt empfänglich

für die neue Ansteckung und werden bald von der sogenannten »Schlaffsucht« befallen und krank.

Die Untersuchungen haben im übrigen ergeben, daß auch andere Pilze, die zusammen mit der *Cordyceps* wuchern, eine gewisse Rolle bei der Ansteckung spielen, indem sie gleichzeitig mit ihr in den Larvenkörper eindringen. Viele dieser Pize sind so innig mit der Hauptart vereinigt, daß sie sich nicht nur im Larvenkörper wiederfinden, sondern auch im Fruchtkörper selbst in neuer *Cordyceps* — in deren Ascusträgern. Je nachdem der Hauptpilz mehr oder weniger überwiegt, entstehen die verschiedenen »Muscardineformen« der toten Larven, d. h. die Raupen werden steinhart und verschimmeln.

Diese Erscheinung habe ich übrigens auch bei der Muscardine des Seidenwurms gefunden; bei ihm finden sich auch immer gleichzeitig andere Pilze, besonders eine *Mucor*-Art.

Da *Cordyceps norvegica*, der Insektenvertilger aus Mykland, sich außerordentlich leicht verbreitet und Insekten, besonders den Kiefernspinner in allen seinen Entwicklungsformen ansteckt, da sie weiter im Erdboden wuchert, so kann man mit Sicherheit davon ausgehen, daß, wo man bei einer Kiefernspinnerepidemie diesen Pilz nachweisen kann, kein Raupenfraß lange andauern wird. Man braucht dann nicht ängstlich zu sein vor dem mit Recht so gefürchteten Raupenfraß, braucht nicht zu leimen, sondern kann es getrost dem Pilz — also der Natur — überlassen, die Epidemie zu regeln: nur da, wo sich dieser Pilz nicht findet, wird man genötigt sein, einzugreifen und zu leimen. Das Mycel dieses Pilzes ist außerordentlich leicht zu diagnostizieren und läßt sich unschwer unter hunderten von Arten sowohl mikroskopisch erkennen, wie auch im Erdboden finden.

Das ist das Hauptergebnis der Untersuchungen. Dieser Pilz besiegt alle anderen Pilze in künstlicher Kultur — selbst *Penicillium glaucum* wird von ihm überwuchert und erstickt.

Auf der anderen Seite ist seine Sporenverbreitung so intensiv, und es ist so leicht, aus ihm Sporen in solchen Massen herzustellen, sein Infektionsvermögen so enorm, daß es keine Schwierigkeiten macht, ihn an Orte zu »verpflanzen«, wo er ursprünglich nicht wächst, und mächtige Waldstrecken mit ihm zu infizieren in der Weise, daß der Kiefernspinner auch hier angegriffen wird.

Kein anderer untersuchter Pilz besitzt ein so großes Vermögen, Insekten zu vertilgen.

Und es wird sich bei etwaigen zukünftigen Kiefernspinner- oder Nonnenepidemien der Mühe verlohnen, den Wald mit diesem Pilz zu infizieren.

Ich bin nicht im geringsten in Zweifel darüber, daß er oder ein anderer ihm ähnlicher Pilz diese Insekten in Schach hält, so daß nur einzelne für den Pilz besonders ungünstige Jahre sie zu einer Massenentwicklung bringen können.

Da dieser Pilz leicht auch andere Insekten angreift, ist es nicht schwierig, seine Virulens im Laboratorium aufrechtzuerhalten. Aber dieser Pilz stirbt in künstlicher Kultur, wenn er nicht innerhalb 10 bis 12 Monaten erneuert wird.

ERKLAERUNG DER TAFELN UND ABBILDUNGEN.

- Tafel 1. Habitusbild von *Cordyceps norvegica* in natürlicher Größe und natürlichen Farben, auf coaguliertem Colostrum gezüchtet. Die Pilze sind aus dem Becherglas herausgenommen und abgezeichnet. Die größten und besten Fruchtkörper wurden ausgewählt.
- Tafel 2. Photographie einer Kultur von *Cordyceps norvegica* auf coaguliertem Colostrum, etwas verkleinert, nur $\frac{4}{5}$ der natürlichen Größe. Diese Kultur dauerte von Mitte Mai bis September. Die Keulen haben den Wappelfropfen herausgesprengt.
- Tafel 3. Zeichnungen. Die Originalbilder waren sämtlich etwas größer gezeichnet, mußten aber für den Druck verkleinert werden.

Fig. 3, 4 und 5 (die Zahlen 3 und 5 fehlen): *Ascus-tragende Cordyceps* im Kulturglas auf feuchtem Boden aus gelbroter Muscardine gezüchtet, nur $\frac{4}{5}$ der natürlichen Größe. Diese Cordycepsfrüchte sind anders farbig als die im Walde wachsenden und die auf Colostrum und Gelatine gezüchteten. Ursache hiervon unbekannt.

Fig. 3 ohne Ascen, Fig. 4 und 5 mit Ascen.

Fig. 6: *Gelbrote Muscardine*, mumifizierte Kiefernspinnerraupe von einem sehr groben, filzartigen Schimmelpilz umgeben; ebenfalls nur $\frac{4}{5}$ der natürlichen Größe.

Fig. 7: *Weißer Muscardine*, verschimmelte und mumifizierte Kiefernspinnerraupe aus dem Erdboden, mit weißem Pilz umgeben.

Fig. 8: *Weißer Muscardine*, im Laboratorium infiziert.

Fig. 9: *Verschimmelte Puppe*, im Laboratorium in weißer Muscardine verwandelt.

Fig. 10. *Grüne Muscardine* aus dem Erdboden.

Fig. 14: *Braune Muscardine*, aus dem Erdboden, durch *Acaulium ferugineum* verursacht. Alle Muscardineformen nur $\frac{4}{5}$ der natürlichen Größe.

Fig. 11: Handförmige *gelbrote Conidienfruchtträger*, 10 mal vergrößert.

Fig. 12: Keulenförmige *weiße Conidienfruchtträger*, 10 mal vergrößert.

Fig. 13: Eine *mumifizierte Raupe*, von der erst zahlreiche Ascusträger herausgewachsen sind, die sich aber später in Conidienfruchtträger verwandelt haben; $\frac{4}{5}$ der natürlichen Größe.

Fig. 15: Ein Hautstück von einem Ascusträger mit 6 flaschen- oder krugförmigen Perithezien, zum Teil zusammengewachsen. In der Hautschicht mehrere junge runde Anlagen sichtbar. In einem Perithecium haben sich die dünnen, beinahe fadenförmigen Sporensäcke zum Teil entleert. 40 mal vergrößert.

- Tafel 4. Sämtlich Photographien.

Fig. 16: Ascusträger von *Cordyceps norvegica* auf Colostrum, reif, reichlich mit spitzen Perithezien besetzt. Die Fruchtkörper strotzen aus dem Hals eines Serumkolbens hervor. Ein paar Ascusträger sind schon überreif, indem die Perithezien nach Entleerung der Ascen sich bereits zu Conidienträgern entwickelt haben. Die Abbildung ist ungefähr $\frac{1}{4}$ der natürlichen Größe.

Fig. 17: Ein Erlenmeyerkolben mit Muscardinekörpern, wo aus einem Körper sehr viele Anlagen von Fruchtkörpern hervorstrotzen, von denen aber nur der eine ascus-reif wurde; während sich die anderen nur zu Conidienfruchtträgern entwickelt haben.

Fig. 18: Becherglas-Kultur mit unreifen und reifen Conidienträgern.

Fig. 19: Becherglas-Kultur mit Merulius-ähnlichen zusammengewachsenen Conidienträgermassen. Diese Kultur ist braunrot, fast ganz braun gefärbt, mit weißen Sporenmassen. Von oben photographiert, etwas verkleinert.

Fig. 20: Verschiedene Opfer der Infektions-Versuche im Laboratorium. Sämtliche sind mit Conidienpulver verseucht. Von links oben: 1) Hummel, 2) Holzwespe, 3) Wespe, 4) Kiefernspinnerpuppe, die schon bald reif war, und wo man die Flügel- und Fußanlagen bereits gut sehen kann. 5, 6 und 7 sind Kiefernspinnerlarven; alle in natürlicher Größe.

Fig. 21 und 22: Eine sehr große Nachtschmetterlingsraupe, dicht mit Conidienträgern von Cordyceps und mit überreichlichen Conidienmassen bedeckt. Man kann die Raupe, die zwischen Kiefernadeln liegt, nicht sehen. In der Nähe des Laboratoriums gefunden, und zwar nur dies eine Exemplar und keine weiteren. Kaum ganz natürliche Größe.

Tafel 5. Alle Abbildungen, mit Ausnahme von Nr. 23, mit Zeiss $\frac{81}{3,00}$ gezeichnet.

Fig. 23: Sclerotienhaufen aus einer Colostrumkultur, natürliche Größe. Diese Sclerotien erinnern sehr stark an die Ameisen-Sclerotien aus Brasilien, von Möller abgebildet.

Fig. 24: Ein Schnitt durch die Rinde einer dieser Sclerotien, bereits gelbrot geworden. Man sieht die pseudoparenchymatischen Innenzellen und die lockere Haut, angefüllt mit dickwändigen, braungefärbten Hyphen mit den gelben Peritheciananlagen, d. i. ganz merkwürdigen flaschenförmigen großen Zellen mit dicken Wänden und reichlichem fetten Plasma.

Fig. 25: Ascen und Sporen.

b und c: Ascen mit ungeteilten Sporen.

c: freie Sporen.

a: Ascen, wo die Sporen sich schon im Sporensack geteilt haben.

d: Die Sporen haben sich wie *Bacillus Anthracis* geteilt, einige sind bereits angeschwollen. In diesem Stadium sind die Sporen den gewöhnlichen Bakterien täuschend ähnlich, nur etwas kleiner als *Bacillus Anthracis*.

Fig. 26: Freie Pseudobazillen, d. h. Sporen, die sich verlängern und oidienartig wieder teilen, Bakterien verblüffend ähnlich; so ähnlich, daß ich zuerst eine Bakterienverunreinigung annahm. Dieses Stadium dauert indessen nur einige Stunden, höchstens einen Tag.

Fig. 27: Weiteres Auswachsen der Oidien zu Fäden, Mycelbildung.

Fig. 28: Conidienträger — mit Sterigmenbildung, typisch *Penicillium*artig, Conidienbildung ganz wie ein *Gliocladium*.

Fig. 29: Keimung der Conidien, wovon einige Hefebildung zeigen. Dies habe ich auf künstlichem Nährboden nur zwei Mal, in Raupenblut dagegen sehr oft beobachtet.



Cordyceps norvegica. $\frac{1}{1}$.

Sopp pinx.



Kultur von *Cordyceps norvegica* 4/5.



Cordyceps norvegica ant. Raupen 1-5.

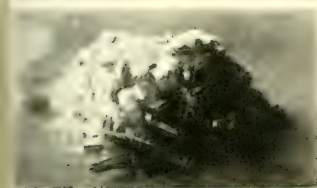
Sopp. pinx.



20



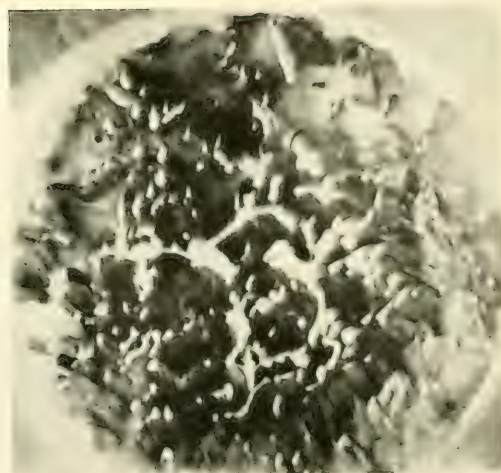
21

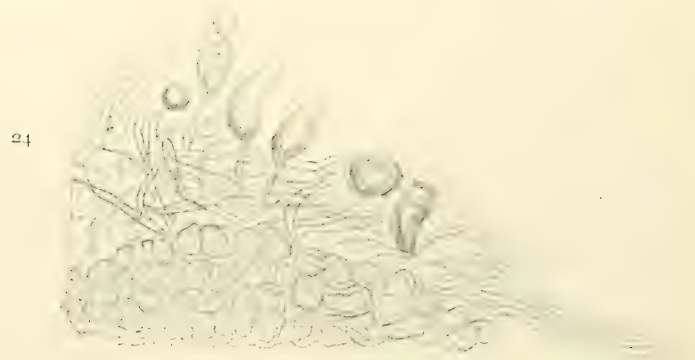
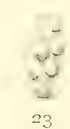


22



17





ÜBER EINIGE IN GANZEN ZAHLEN
 x UND y UNMÖGLICHE GLEICHUNGEN

$$F(x, y) = 0$$

VON

AXEL THUE

VIDENSKAPSELSEKAPETS SKRIFTER. 1. MATHEMATIK. KLASSE. 1011. No. 30

UTGITT FOR FRIDTJOF NANSENS FOND

KRISTIANIA
IN KOMMISSION BEI JACOB DYBWAD

1911

Fremlagt i den mat.-naturv. classes møte 27. jan. 1911.

§ I.

Satz.

Bedeutен $P(x, y)$ und $Q(x, y)$ zwei in Bezug auf x und y ganze, homogene Funktionen mit ganzen Koeffizienten, beziehungsweise von den Graden p und q , wo

$$\left. \begin{array}{l} p > q \\ p > 2 \end{array} \right\} \quad \dots (1)$$

während $P(x, y)$ irreduktibel ist, dann kann der Gleichung

$$P(x, y) = Q(x, y) \quad \dots (2)$$

nicht von unendlich vielen Paaren von ganzen Zahlen x und y genügt werden.

Besteht die Gleichung (2) für unendlich viele Paare von ganzen Zahlen x und y , und setzen wir

$$x = k\xi$$

$$y = k\eta$$

wo k eine solche ganze Zahl ist, daß ξ und η relative Primzahlen werden, dann besteht die Gleichung

$$k^{p-q} P(\xi, \eta) = Q(\xi, \eta) \quad \dots (3)$$

auch für unendlich viele verschiedene Paare von relativen Primzahlen ξ und η .

$Q(\xi, \eta)$ ist ja durch k^{p-q} teilbar.

Man kann nun solche homogene, ganze Funktionen mit ganzen Koeffizienten $A(\xi, \eta)$ und $B(\xi, \eta)$ von ξ und η finden, daß

$$A(\xi, \eta) P(\xi, \eta) - B(\xi, \eta) Q(\xi, \eta) = h\eta^r \quad \dots (4)$$

wo h eine ganze konstante Zahl, und r eine ganze konstante positive Zahl, bedeutet.

Aus (3) und (4) bekommt man

$$P(\xi, \eta) [A(\xi, \eta) - k^{p-q} B(\xi, \eta)] = h\eta^r$$

$h\eta^r$ wird also bei allen den genannten Werten von ξ und η durch $P(\xi, \eta)$ teilbar sein.

Da $P(\xi, \eta)$ irreduktibel ist, und also nicht durch η bei allen Werten von ξ und η teilbar ist, kann man schreiben

$$P(\xi, \eta) = s_0 \xi^p + s_1 \xi^{p-1} \eta + \dots + s_p \eta^p$$

wo

$$s_0 \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 0.$$

Für alle die genannten Werte von ξ und η wird hs_0^r durch $P(\xi, \eta)$ teilbar sein.

Wurde also der Gleichung (2) für unendlich viele Paare von ganzen Zahlen x und y genügt, so galt eine Gleichung

$$P(\xi, \eta) = m$$

wo m eine gegebene Zahl bedeutete, für unendlich viele Paare von relativen Primzahlen ξ und η .

Wie ich anderswo gezeigt habe, wird dies aber nicht möglich sein¹.

¹ Über Näherungswerte algebraischer Zahlen. (Journal für die reine und angewandte Mathematik Bd. 135).

Herr N. BLUMBERG in Göttingen hat mich auf eine Ungenauigkeit in dieser Abhandlung aufmerksam gemacht.

Diese Ungenauigkeit läßt sich indessen leicht heben. Man braucht bloß im Anfang des Beweises Pag. 285 folgende Zeilen einzuschalten:

Gelten das Theorem I und erster Hilfssatz, wenn ϱ eine ganze algebraische Zahl bedeutet, so müssen sie, was sofort zu sehen ist, auch gelten, wenn dies nicht der Fall ist. Der Einfachheit halber wollen wir deshalb — ohne die Allgemeinheit zu verlieren — im nachfolgenden voraussetzen, daß der Koeffizient der höchsten Potenz des Argumentes in F gleich Eins ist.

Ich benutze diese Gelegenheit, um einen anderen Fehler zu berichtigen.

In meiner Abhandlung: »Ein Fundamentalththeorem zur Bestimmung von Annäherungswerten aller Wurzeln gewisser ganzer Funktionen« (Journal für die reine und angewandte Mathematik, Bd. 138) lese man Pag. 97, Z. 20 v. o.: $F(x)$ und $U(x)$ statt $F(x)$.

Sind die Koeffizienten von F ganze Zahlen und existiert eine Funktion U der genannten Art, dann kann man U so wählen, daß ihre sämtlichen Koeffizienten ganze Zahlen werden.

§ II.

Satz.

Bedeutен $P(x, y)$, $Q(x, y)$ und $R(x, y)$ drei in x und y homogene, ganze Funktionen mit ganzen Koeffizienten, beziehungsweise von den Graden p , q und r , wo

$$p > q > r \quad \dots (5)$$

während

$$p < q + r \quad \dots (6)$$

dann kann der Gleichung

$$P(x, y) + Q(x, y) + R(x, y) = 0 \quad \dots (7)$$

wenn $P(x, y)$ irreduktibel ist, nicht von unendlich vielen Paare von relativen Primzahlen x und y genügt werden.

Es bedeute K eine positive ganze Zahl, die gleich oder größer ist als der absolute Betrag jedes der Koeffizienten von P , Q und R .

Wir bilden nun eine Gleichung

$$A(x, y) P(x, y) + B(x, y) Q(x, y) + C(x, y) R(x, y) = \\ = D(x, y) = G_0 x^{p+k} + G_1 x^{p+k-1} y + \dots + G_{p+k} y^{p+k} \quad \dots (8)$$

wo A , B und C drei in x und y homogene ganze Funktionen mit ganzen Koeffizienten, beziehungsweise von den Graden k , $p + k - q$ und $p + k - r$ bedeuten.

Es gibt dann in Bezug auf den Koeffizienten von A , B und C im ganzen

$$N = (2H + 1)^{2p + 3q + 3r} \quad \dots (9)$$

verschiedene Systeme von Funktionen A , B und C oder von Ausdrücken D , wo der absolute Betrag jedes der genannten Koeffizienten von A , B und C gleich oder kleiner als eine beliebig gegebene ganze positive Zahl H ist.

Jeder der N Werte eines beliebig gewählten Koeffizienten G von D muß indessen gleich der einen von

$$M = 2 \cdot 3 (p + 1) KH + 1 \quad \dots (10)$$

verschiedenen ganzen Zahlen sein.

Durch $N_1, N_2, \dots, N_{p+k-1}$ wollen wir solche ganze Zahlen definieren, daß

$$\begin{aligned} N_1 - 1 &< \frac{N}{M} \leq N_1 \\ N_2 - 1 &< \frac{N_1}{M} \leq N_2 \\ &\dots \dots \dots \\ N_{p+k+1} - 1 &< \frac{N_{p+k}}{M} \leq N_{p+k+1} \end{aligned}$$

Eine der Zahlen M muß dann mindestens N_1 von den N Koeffizienten G_o gleich sein. D. h. mindestens N_1 von den den N Systemen A, B und C entsprechenden Koeffizienten G_o müssen einander gleich sein.

Von den N_1 , den N_1 genannten Koeffizienten G_o entsprechenden Koeffizienten G_1 müssen mindestens, N_2 einander gleich sein.

Fährt man auf diese Weise fort, so ergibt sich schließlich, daß mindestens N_{p+k+1} von den N_{p+k} den N_{p+k} Koeffizienten G_{p+k-1} entsprechenden Koeffizienten G_{p+k} einander gleich sein müssen.

Nun ist

$$N_1 > N_2 > \dots > N_{p+k+1} \geq \frac{N}{M^{p+k+1}} \quad \dots (11)$$

Für k wählen wir eine solche ganze nicht negative Zahl, daß

$$q + r - p > k > \frac{q + r - p}{2} - 1 \quad \dots (12)$$

Wir können dann eine so große Zahl H finden, daß

$$[2H + 1]^{2k+2+p-q-r} > \left[\frac{3(p+1)K + \frac{1}{2H}}{1 + \frac{1}{2H}} \right]^{p+k+1}$$

oder

$$[2H + 1]^{2p+3k+3-q-r} > [6(p+1)KH + 1]^{p+k+1}$$

oder

$$N > M^{p+k+1}$$

d. h.

$$N_{p+k+1} \geq 2 \quad \dots (13)$$

Aus der Differenz zweier Gleichungen (8) erhalten wir also eine Gleichung

$$S(x, y)P(x, y) + T(x, y)Q(x, y) + U(x, y)R(x, y) = 0 \quad \dots (14)$$

wo S , T und U drei ganze homogene Funktionen mit ganzen Koeffizienten, beziehungsweise von den Graden k , $p - q + k$ und $p - r + k$ bedeuten.

Diese letzte Gleichung gilt für alle Werte von x und y .

Wir können voraussetzen, daß nicht alle drei von den Funktionen S , T und U einen gemeinsamen Divisor von der Form $ax + by$, wo a und b Konstanten sind, besitzen.

In diesem Falle konnte man ja den etwaigen Faktor wegdividieren.

Aus (7) und (14) erhält man

$$P(x, y)[S(x, y) - U(x, y)] = Q(x, y)[U(x, y) - T(x, y)] \dots (15)$$

Wird den Gleichungen (7) und (15) für unendlich viele Paare X von relativen Primzahlen x und y genügt, so gibt es unendlich viele Paare Y von den Paaren X , bei denen PQ nicht gleich Null wird.

$\frac{x}{y}$ nähert sich nämlich mit wachsenden Werten von x und y gegen eine Wurzel ϱ von $P(z, 1)$, während $P(x, y)$ irreduktibel ist.

Für unendlich viele Paare Z von relativen Primzahlen x und y von den Paaren Y , können auch nicht die beiden Differenzen $S - U$ und $U - T$ gleich Null sein.

Wir bekämen nämlich dann

$$S = U, \quad U = T$$

$$S = T$$

U , T und P enthielten demnach einen gemeinsamen Divisor $ax + by$, was hier, wegen der Irreduktibilität von P , unmöglich ist.

Da jeder gemeinsame Divisor von $P(x, y)$ und $Q(x, y)$, wenn x und y relative Primzahlen sind, kleiner als eine konstante positive GröÙe sein muß, während der Grad q von Q größer ist als der Grad $p - r + k$ von U , so kann die Gleichung (15) oder

$$\frac{P}{Q} = \frac{U - T}{S - U}$$

nicht möglich sein.

Unser Satz ist somit bewiesen.

Nordstrand, d. 26. Januar 1911.

A. T.

Gedruckt 26. September 1611.

EINE EIGENSCHAFT DER ZAHLEN DER FERMATSCHEEN GLEICHUNG

VON

AXEL THUE

(Videnskabselskabet's Skrifter. I. Mat.-naturv. Klasse 1911. No. 4)

UTGIT FOR FRIDTJOF NANSENS FOND

KRISTIANIA
IN KOMMISSION BEI JACOB DYBWAD

1911

Fremlagt i den mat.-naturv. classes møte 27. jan. 1911.

§ I.

Es bedeute n eine beliebige ungerade Primzahl > 3 , und ε eine Größe, die der Gleichung

$$1 + \varepsilon + \varepsilon^2 + \dots + \varepsilon^{n-1} = 0 \quad \dots (1)$$

Genüge leistet.

Indem

$$B_0 + B_1\varepsilon + B_2\varepsilon^2 + \dots + B_{n-2}\varepsilon^{n-2} = E \quad \dots (2)$$

wo jedes B eine beliebige ganze Zahl bedeutet, wollen wir zuerst eine niedrigere Grenze für mod E bestimmen.

Satz. *Ist*

$$|B_0| \leq K, |B_1| \leq K, \dots, |B_{n-2}| \leq K \quad \dots (3)$$

wo K eine beliebig gegebene ganze positive Zahl bezeichnet, so wird immer, wenn nicht jedes B gleich Null ist,

$$\text{mod} \left[B_0 + B_1\varepsilon + B_2\varepsilon^2 + \dots + B_{n-2}\varepsilon^{n-2} \right] \geq \frac{\text{tg} \frac{\pi}{2n}}{[(2n-3)K]^{\frac{n-3}{2}}} \quad \dots (4)$$

Aus (2) erhält man

$$A_0^{(0)} + A_1^{(0)}\varepsilon + A_2^{(0)}\varepsilon^2 + \dots + A_{n-2}^{(0)}\varepsilon^{n-2} = E$$

$$A_0^{(1)} + A_1^{(1)}\varepsilon + A_2^{(1)}\varepsilon^2 + \dots + A_{n-2}^{(1)}\varepsilon^{n-2} = E\varepsilon$$

$$A_0^{(2)} + A_1^{(2)}\varepsilon + A_2^{(2)}\varepsilon^2 + \dots + A_{n-2}^{(2)}\varepsilon^{n-2} = E\varepsilon^2$$

$$\dots \dots \dots$$

$$A_0^{(n-2)} + A_1^{(n-2)}\varepsilon + A_2^{(n-2)}\varepsilon^2 + \dots + A_{n-2}^{(n-2)}\varepsilon^{n-2} = E\varepsilon^{n-2}$$

wo die Größen A solche ganze Zahlen sind, daß

$$A_{\beta}^{(0)} | \overline{\leq} K, \quad A_{\beta}^{(\alpha)} | \overline{\leq} 2K$$

für alle die betreffenden Werte von α und β .

Multipliziert man diese Gleichungen beziehungsweise mit C_0, C_1, \dots, C_{n-2} , so erhält man die Gleichung

$$EF = E [C_0 + C_1 \varepsilon + C_2 \varepsilon^2 + \dots + C_{n-2} \varepsilon^{n-2}] = \\ D_0 + D_1 \varepsilon + D_2 \varepsilon^2 + \dots + D_{n-2} \varepsilon^{n-2} \quad \dots (5)$$

wo

$$D_p = C_0 A_p^{(0)} + C_1 A_p^{(1)} + \dots + C_{n-2} A_p^{(n-2)} \quad \dots (6)$$

Bedeutet H eine beliebig gegebene ganze positive Zahl, so gibt es im ganzen in Bezug auf den Koeffizienten C

$$[2H + 1]^{n-1} = N \quad \dots (7)$$

verschiedene Ausdrücke H' , wo jedes C eine solche ganze Zahl ist, daß

$$C | \overline{\leq} H \quad \dots (8)$$

Für jeden der erwähnten Werte von p gibt es in Bezug auf den Koeffizienten C ebenfalls N verschiedene Ausdrücke D_p .

Ferner wird

$$|D_p| \overline{\leq} (2n-3) KH \quad \dots (9)$$

Jedes D ist also gleich der einen von

$$2[2n-3]KH + 1 = M \quad \dots (10)$$

verschiedenen ganzen Zahlen.

Indem ε gegeben ist, kann man eine solche ganze Zahl q zwischen 0 und $n-1$ finden, daß

$$\varepsilon^q = \cos \varphi + i \sin \varphi$$

wo φ einer der vier Größen

$$\begin{aligned} & \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2n} \\ & \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2n} \\ & -\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2n} \\ & -\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2n} \end{aligned} \quad \text{gleich wird.}$$

Wir schreiben nun, der Bequemlichkeit halber, statt D_0 und D_q beziehungsweise G_0 und G_1 , und statt der übrigen Zahlen D beziehungsweise G_2, G_3, \dots, G_{n-2} .

Es bedeuten ferner N_1, N_2, \dots, N_{n-1} und N_{n-3} solche ganze Zahlen, daß

$$N_1 - 1 < \frac{N}{M} \leq N_1$$

$$N_2 - 1 < \frac{N_1}{M} \leq N_2$$

.

$$N_{n-3} - 1 < \frac{N_{n-4}}{M} \leq N_{n-3}$$

Eine der M Zahlen muß folglich mindestens N_1 der N Zahlen G_2 gleich sein.

Ferner muß wieder eine der M Zahlen mindestens N_2 von den N_1 den N_1 Zahlen G_2 in Bezug auf die Zahlen C entsprechenden Zahlen G_3 gleich sein.

Fahren wir auf diese Weise fort, so ergibt sich schließlich, daß eine der M Zahlen mindestens N_{n-3} von den N_{n-4} den N_{n-4} Zahlen G_{n-3} entsprechenden Zahlen G_{n-2} gleich sein muß.

Wir bekommen

$$N_{n-3} \geq \frac{N}{M^{n-3}} = \frac{[2H+1]^{n-1}}{[2(2n-3)KH+1]^{n-3}} \dots (11)$$

Wir setzen nun

$$2H = [(2n-3)K]^{\frac{n-3}{2}} \dots (12)$$

oder

$$2H = [(2n-3)K]^{\frac{n-3}{2}} - 1 \dots (13)$$

je nachdem K gerade oder ungerade ist.

Im ersteren Falle erhalten wir

$$2(2n-3)KH+1 = [(2n-3)K]^{\frac{n-1}{2}} + 1$$

und im zweiten Falle

$$2(2n-3)KH+1 = [(2n-3)K]^{\frac{n-1}{2}} - [(2n-3)K-1]$$

Da

$$\left[\left[(2n-3)K \right]^{\frac{n-3}{2}} + 1 \right]^{n-1} > \left[\left[(2n-3)K \right]^{\frac{n-1}{2}-1} \right]^{n-3}$$

und

$$\left[(2n-3)K \right]^{\frac{n-3}{2}(n-1)} > \left[\left[(2n-3)K \right]^{\frac{n-1}{2}} - \left[(2n-3)K - 1 \right] \right]^{n-3}$$

so erhalten wir in beiden Fällen

$$N > M^{n-3}$$

oder

$$N_1 > N_2 > \dots > N_{n-4} > N_{n-3} \geq 2 \dots \quad (14)$$

Bedeutен nun s_p und t_p die Werte von C_p in beziehungsweise zwei Systemen α und β von Zahlen C der genannten Art, und bedeuten S_p und T_p die entsprechenden Werte von G_p , so erhält man die Gleichung

$$E[U_0 + U_1\epsilon + \dots + U_{n-2}\epsilon^{n-2}] =$$

$$W_0 + W_1\epsilon^q + W_2\epsilon^{q^2} + \dots + W_3\epsilon^{q^3} + \dots + W_{n-2}\epsilon^{q^{n-2}}$$

wo

$$U_p = s_p - t_p$$

$$W_p = S_p - T_p$$

Genügt H der Relation (12) oder (13), so ergeben folglich zwei solche Systeme α und β unserer Zahlen C , daß

$$W_2 = W_3 = \dots = W_{n-2} = 0$$

d. h.

$$E[U_0 + U_1\epsilon + \dots + U_{n-2}\epsilon^{n-2}] = W_0 + W_1\epsilon^q \dots \quad (15)$$

Jedes U ist hier eine solche ganze Zahl, daß

$$|U| \leq 2H \leq \left[(2n-3)K \right]^{\frac{n-3}{2}} \dots \quad (16)$$

W_0 und W_1 sind endlich ganze Zahlen, die nicht beide gleich Null sein können.

Man sieht sofort ein, daß

$$\text{mod } [W_0 + W_1\epsilon^q] \geq 2 \sin \frac{n-1}{4n} \pi,$$

wenn

$$W_0 W_1 \geq 0$$

Oder in allen Fällen, daß

$$\text{mod } [W_0 + W_1 \varepsilon^q] \leq 1 \quad \dots (17)$$

Für alle ganzen Zahlen a und b , die von Null verschieden sind, wird ja der Ausdruck

$$G = a^2 + b^2 - 2ab \cos \psi$$

am kleinsten, wenn

$$a = b = 1$$

Für die Werte von a und b , bei welchen G am kleinsten wird, können nämlich a und b nicht verschieden sein.

War z. B. $b > a$, so bekamen wir ja

$$a^2 + b^2 - 2ab \cos \psi = a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cos \psi + 2[(b-1) - a \cos \psi] + 1$$

oder

$$a^2 + b^2 - 2ab \cos \psi > a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cos \psi > 0$$

Sollen endlich $a = b$, so wird G am kleinsten, wenn a und b am kleinsten sind, d. h. für

$$a = b = 1$$

Wir wollen nun eine obere Grenze für

$$\text{mod } [U_0 + U_1 \varepsilon + \dots + U_{n-2} \varepsilon^{n-2}] = Z \quad \dots (18)$$

bestimmen.

Wenn Z am größten wird, muß bei jedem Wert von p

$$|U_p| = 2H$$

Ist $|U_q| < 2H$, so kann Z nämlich größer gemacht werden. Man braucht bloß statt U_q entweder $U_q + 1$ oder $U_q - 1$ zu schreiben.

Wir brauchen also bloß das Maximum k von

$$\text{mod } [\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon + \dots + \alpha_{n-2} \varepsilon^{n-2}]$$

wo jedes α entweder 1 oder -1 bedeutet, zu bestimmen.

Bedeutet in der Gauss'schen Ebene L die Verbindungslinie zwischen Origo und dem Punkte P , welcher die Größe

$$Q = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon + \dots + \alpha_{n-2} \varepsilon^{n-2}$$

abbildet, und bedeutet λ die auf L senkrechte Gerade durch Origo, so müssen, wenn $\text{mod } Q$ am größten ist, sämtliche Punkte, die beziehungsweise die Größen $\alpha_0, \alpha_1 \varepsilon, \dots, \alpha_{n-2} \varepsilon^{n-2}$ abbilden, auf derselben Seite von λ wie P liegen.

Da die genannten Punkte hier auch am dichtesten liegen müssen, wird

$$\begin{aligned} [\bmod Q]_{\max} &= k = \\ &= \bmod \left[1 + \varepsilon + \varepsilon^2 + \dots + \varepsilon^{\frac{n-3}{2}} - \left(\varepsilon^{\frac{n-1}{2}} + \varepsilon^{\frac{n+1}{2}} + \dots + \varepsilon^{n-2} \right) \right] = \\ &= \bmod [\mu^{-1} + 1 + \mu + \mu^2 + \dots + \mu^{n-3}] = \\ &= \bmod [1 + \mu + \mu^2 + \dots + \mu^{n-2}] \end{aligned}$$

wo

$$\mu = -\varepsilon^{\frac{n+1}{2}}, \quad \mu^2 = \varepsilon, \quad \mu^n = -1$$

D. h.

$$[\bmod Q]_{\max} = \bmod \frac{\mu^{n-1} - 1}{\mu - 1} = \bmod \frac{1 + \mu}{1 - \mu}$$

oder

$$k = \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\pi}{2n}} \quad \dots (19)$$

oder

$$\bmod [U_0 + U_1 \varepsilon + \dots + U_{n-2} \varepsilon^{n-2}] \leq \frac{2H}{\operatorname{tg} \frac{\pi}{2n}} \quad \dots (20)$$

Aus (15), (16), (17) und (20) erhalten wir endlich

$$\bmod E \leq \frac{\operatorname{tg} \frac{\pi}{2n}}{[(2n-3)K]^{\frac{n-3}{2}}}$$

Hierdurch ist also die Relation (4) bewiesen.

Diese Relation gilt auch für

$$n = 3.$$

Wir machen hier folgende Bemerkung.

Ist

$$\omega = \cos \frac{2\pi}{n} + i \sin \frac{2\pi}{n}$$

so bekommt man bei allen ganzen Zahlen B , deren absoluter Betrag gleich, oder kleiner als eine gegebene ganze positive Zahl K ist, während nicht alle Zahlen B gleich Null sein sollen:

$$[\bmod (B_0 + B_1 \varepsilon + \dots + B_{n-2} \varepsilon^{n-2})]_{\min} = [\bmod (B_0 \omega + B_1 \omega^2 + \dots + B_{n-2} \omega^{n-1})]_{\min}$$

Indem C_0, C_1, \dots, C_{n-2} , beziehungsweise die Werte von B_0, B_1, \dots, B_{n-2} bedeuten, bei denen $\text{mod } (B_0 + B_1 \varepsilon + \dots + B_{n-2} \varepsilon^{n-2})$ am kleinsten wird, setzen wir

$$C_0 \omega + C_1 \omega^2 + \dots + C_{n-2} \omega^{n-1} = R (\cos \delta + i \sin \delta)$$

wo

$$R = [\text{mod } (B_0 + B_1 \varepsilon + \dots + B_{n-2} \varepsilon^{n-2})]_{\min}$$

Nun ist aber

$$C_0 \omega^{-1} + C_1 \omega^{-2} + \dots + C_{n-2} \omega^{-(n-1)} = R [\cos \delta - i \sin \delta]$$

oder

$$C_0 \omega^{n-1} + C_1 \omega^{n-2} + \dots + C_{n-2} \omega = R [\cos \delta - i \sin \delta]$$

oder

$$\frac{C_0 + C_{n-2}}{2} \omega + \frac{C_1 + C_{n-3}}{2} \omega^2 + \dots + \frac{C_{n-2} + C_0}{2} \omega^{n-1} = R \cos \delta$$

Da

$$\frac{C_p + C_{n-2+p}}{2} \mid \preceq K$$

bekommt man somit, wenn jedes $\frac{C_p + C_{n-2+p}}{2}$ eine ganze Zahl ist:

$$\delta = 0$$

oder

$$\begin{aligned} & [\text{mod } (B_0 + B_1 \varepsilon + \dots + B_{n-2} \varepsilon^{n-2})]_{\min} \\ &= 2 \left[D_1 \cos \frac{2\pi}{n} + D_2 \cos \frac{4\pi}{n} + \dots + D_{\frac{n-1}{2}} \cos \frac{(n-1)\pi}{n} \right]_{\min} \\ & D \mid \preceq K \end{aligned}$$

§ II.

Es seien

$$P = A_0 + A_1 \varepsilon + \dots + A_{n-2} \varepsilon^{n-2} \quad \dots (21)$$

$$Q = B_0 + B_1 \varepsilon + \dots + B_{n-2} \varepsilon^{n-2} \quad \dots (22)$$

wo die Größen A und B solche ganze Zahlen sind, daß

$$\begin{aligned} |A_0| \mid \preceq S, \quad |A_1| \mid \preceq S, \quad \dots, \quad |A_{n-2}| \mid \preceq S \\ |B_0| \mid \preceq T, \quad |B_1| \mid \preceq T, \quad \dots, \quad |B_{n-2}| \mid \preceq T \end{aligned}$$

wo S und T ganze positive Zahlen sind.

Wir setzen voraus, daß

$$PQ = R^n \quad \dots (23)$$

wo R eine ganze Zahl bezeichnet.

Wir wollen eine Folge dieser Gleichung ableiten.

Wir bilden in dieser Absicht alle in Bezug auf den Koeffizienten p und q verschiedenen Ausdrücke

$$[p_0 + p_1 \varepsilon + \dots + p_{n-2} \varepsilon^{n-2}] \sqrt[n]{P^{n-1}} - [q_0 + q_1 \varepsilon + \dots + q_{n-2} \varepsilon^{n-2}] \sqrt[n]{Q} = Y$$

wo jedes p und jedes q eine solche ganze Zahl ist, daß

$$p_m < k \left[(2n-3) T \right]^{\frac{1}{n}} + 1$$

$$|q_m| < k \left[(2n-3) S \right]^{\frac{n-1}{n}} + 1$$

für alle betreffenden Werte von m . k ist eine beliebig gegebene positive GröÙe.

Die Anzahl L aller dieser Ausdrücke Y ist gleich oder größer als

$$M^{n-1}$$

wo

$$M = \left[2k \left[(2n-3) T \right]^{\frac{1}{n}} + 1 \right] \left[2k \left[(2n-3) S \right]^{\frac{n-1}{n}} + 1 \right] \dots (24)$$

Ferner bekommt man

$$\begin{aligned} \text{mod } Y &\leq \cot \frac{\pi}{2n} \left[k \left[(2n-3) T \right]^{\frac{1}{n}} + 1 \right] \left[\cot \frac{\pi}{2n} S \right]^{\frac{n-1}{n}} + \\ &+ \cot \frac{\pi}{2n} \left[k \left[(2n-3) S \right]^{\frac{n-1}{n}} + 1 \right] \left[\cot \frac{\pi}{2n} T \right]^{\frac{1}{n}} < \\ \cot \frac{\pi}{2n} &\left[2k \left[(2n-3) T \right]^{\frac{1}{n}} \left[(2n-3) S \right]^{\frac{n-1}{n}} + \left[(2n-3) S \right]^{\frac{n-1}{n}} + \left[(2n-3) T \right]^{\frac{1}{n}} \right] \end{aligned}$$

oder

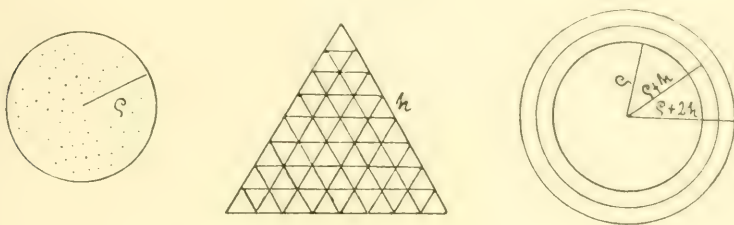
$$2k \text{ mod } Y < \cot \frac{\pi}{2n} [M - 1] \dots (25)$$

In der Gauss'schen Ebene liegen also die den L GröÙen Y entsprechenden L Punkte innerhalb eines Kreises C , dessen Radius gleich

$$\varrho = \frac{M-1}{2k \operatorname{tg} \frac{\pi}{2n}} \quad \text{ist.} \dots (26)$$

Wir denken uns nun, daß der genannte Kreis C auf ein unbegrenztes, von kongruenten gleichseitigen Dreiecken gebildetes Gitter gezeichnet ist. Die Seite der Dreiecke wollen wir mit h bezeichnen.

C_1 und C_2 seien zwei mit C konzentrische Kreise, deren Radien beziehungsweise gleich $\varrho + h$ und $\varrho + 2h$ sind.



Es bedeute a die Anzahl der Dreiecke des Gitters, die ganz innerhalb C_1 liegen, und b die Anzahl der Dreiecke, die ganz innerhalb C_2 liegen. Die Randlinie des von den a Dreiecken gebildeten Teils des Gitters muß den Kreis C ganz umschließen. Jedes Dreieck, das ganz innerhalb C liegt oder von C geschnitten wird, muß ja ganz innerhalb C_1 liegen.

Bedeutet c die Anzahl der Knotenpunkte des zu den a Dreiecken entsprechenden Teils G des Gitters, so bekommt man

$$6c < 3b$$

d. h.

$$c < \frac{b}{2} \quad \dots (27)$$

Jede Ecke, die innerhalb C_1 liegt, bildet ja eine gemeinsame Ecke von 6 der b Dreiecke.

Nun ist

$$b \cdot \frac{h^2}{4} \sqrt{3} < \pi [\varrho + 2h]^2$$

oder

$$c < \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \left[\frac{\varrho}{h} + 2 \right]^2 \quad \dots (28)$$

Sind h und k so gewählt, daß

$$4kh \operatorname{tg} \frac{\pi}{2n} < 1 \quad \dots (29)$$

und

$$2kh \operatorname{tg} \frac{\pi}{2n} M^{\frac{n-3}{2}} \geq \sqrt{\frac{2\pi}{\sqrt{3}}} \quad \dots (30)$$

so bekommt man

$$M^{\frac{n-1}{2}} \geq \sqrt{\frac{2\pi}{3}} \frac{M}{2kh \operatorname{tg} \frac{\pi}{2n}} > \sqrt{\frac{2\pi}{3}} \left[\frac{M-1}{2kh \operatorname{tg} \frac{\pi}{2n}} + 2 \right] =$$

$$= \sqrt{\frac{2\pi}{3}} \left[\frac{q}{h} + 2 \right]$$

oder

$$L \geq M^{\frac{n-1}{2}} \geq \sqrt{\frac{2\pi}{3}} \left[\frac{q}{h} + 2 \right]^2 > c$$

oder

$$L > c \quad \dots (31)$$

Da also hier die Anzahl L der den Größen Y entsprechenden Punkte, die alle auf dem Gitterteil G liegen, größer als die Anzahl c der Knotenpunkte von G ist, so müssen folglich jedenfalls zwei der genannten Punkte einen Abstand haben, der kleiner als h ist.¹

Da also zwei von den Größen Y eine Differenz haben müssen, deren Modulus kleiner als h wird, so erhalten wir eine Relation

$$\operatorname{mod} [A \sqrt[n]{P^{n-1}} + B \sqrt[n]{Q}] < h \quad \dots (32)$$

wo

$$A = f_0 + f_1 \varepsilon + \dots + f_{n-2} \varepsilon^{n-2} \quad \dots (33)$$

$$B = g_0 + g_1 \varepsilon + \dots + g_{n-2} \varepsilon^{n-2} \quad \dots (34)$$

während die Größen f und g solche ganze Zahlen sind, daß

$$|f| < 2 \left[k [(2n-3) T]^{\frac{1}{n}} + 1 \right] \quad \dots (35)$$

$$|g| < 2 \left[k [(2n-3) S]^{\frac{n-1}{n}} + 1 \right] \quad \dots (36)$$

Wir haben nun

$$[A \sqrt[n]{P^{n-1}} + B \sqrt[n]{Q}]^n = \frac{[AP + BR]^n}{P} =$$

$$= A^n P^{n-1} + \frac{n}{1} A^{n-1} P^{n-2} BR + \dots + \left(\frac{n}{p} \right) A^{n-p} P^{n-p-1} B^p R^p + \dots +$$

$$+ \frac{n}{1} AB^{n-1} R^{n-1} + B^n Q = D_0 + D_1 \varepsilon + \dots + D_{n-2} \varepsilon^{n-2} \quad \dots (37)$$

¹ Siehe meinen Vortrag: „Om en geometrisk-taltheoretisk metode“, gehalten auf dem skandinavischen Naturforscherkongress in Kopenhagen 1892.

Siehe auch meine Arbeit: „Über die dichteste Zusammenstellung von kongruenten Kreisen in einer Ebene“. Christiania Vid. Selsk. Skrifter. No. 1. 1910.

Wir wollen eine obere Grenze von den ganzen Zahlen $|D|$ bestimmen.

Setzt man

$$[\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon + \dots + \alpha_{n-2} \varepsilon^{n-2}] [\beta_0 + \beta_1 \varepsilon + \dots + \beta_{n-2} \varepsilon^{n-2}] = \\ = \gamma_0 + \gamma_1 \varepsilon + \dots + \gamma_{n-2} \varepsilon^{n-2}$$

wo

$$\alpha_i \leq x, \quad \beta_i \leq y$$

so bekommen wir, wie früher gezeigt:

$$\gamma_i \leq (2n-3)xy$$

Schreiben wir

$$A^{n-p} P^{n-p-1} B^p = r_0 + r_1 \varepsilon + \dots + r_{n-2} \varepsilon^{n-2}$$

so erhält man also

$$|r| < [2n-3]^{2n-p-2} 2^n \left[k[(2n-3)T]^{\frac{1}{n}} + 1 \right]^{n-p} S^{n-p-1} \left[k[(2n-3)S]^{\frac{n-1}{n}} + 1 \right]^p$$

Ferner wird

$$R^p = (PQ)^{\frac{p}{n}} \leq \left[\cot^2 \frac{\pi}{2n} ST \right]^{\frac{p}{n}} < [(2n-3)^2 ST]^{\frac{p}{n}}$$

Setzt man endlich

$$B^n Q = s_0 + s_1 \varepsilon + \dots + s_{n-2} \varepsilon^{n-2}$$

so wird

$$|s| < [2n-3]^n 2^n \left[k[(2n-3)S]^{\frac{n-1}{n}} + 1 \right]^n \cdot T$$

oder

$$|D| < \sum_{p=0}^p \binom{n}{p} [2n-3]^{2n-p-2} \cdot 2^n \left[k[(2n-3)T]^{\frac{1}{n}} + 1 \right]^{n-p} \cdot$$

$$S^{n-p-1} \left[k[(2n-3)S]^{\frac{n-1}{n}} + 1 \right]^p \cdot [(2n-3)^2 ST]^{\frac{p}{n}}$$

oder

$$D | < 2^n [2n-3]^{n-1} \left[k [(2n-3) T]^n + 1 \right] \left[(2n-3) S \right]^{n-1} + \\ + \left[k [(2n-3) S]^n + 1 \right] \left[[(2n-3) T]^n \right]^n$$

oder

$$D | < [2(2n-3)]^{n-1} \cdot \frac{[M-1]^n}{k} \dots (38)$$

Wir bestimmen nun k durch die Gleichung

$$\sqrt{\frac{2\pi}{\sqrt{3}}} \cdot \frac{1}{2k \operatorname{tg} \frac{\pi}{2n} M^{\frac{n-3}{2}}} = \sqrt[n]{\frac{\operatorname{tg} \frac{\pi}{2n}}{\left[2^{n-1} (2n-3)^n \frac{M^n}{k} \right]^{\frac{n-3}{2}}}}$$

d. h.

$$k = \left[\sqrt{\frac{2\pi}{\sqrt{3}}} \cdot \frac{2^{\frac{n^2-6n+3}{2n}} \cdot (2n-3)^{\frac{n-3}{2}}}{\left(\operatorname{tg} \frac{\pi}{2n} \right)^{\frac{n+1}{n}}} \right]^{\frac{2n}{3n-3}} \dots (39)$$

Mit diesem Wert von k können wir ferner eine solche positive GröÙe h bestimmen, daÙ

$$\sqrt{\frac{2\pi}{\sqrt{3}}} \cdot \frac{1}{2k \operatorname{tg} \frac{\pi}{2n} M^{\frac{n-3}{2}}} < h < \sqrt[n]{\frac{\operatorname{tg} \frac{\pi}{2n}}{\left[2^{n-1} (2n-3)^n \frac{[M-1]^n}{k} \right]^{\frac{n-3}{2}}}}$$

Durch ein solches h wird den Relationen (29) und (30) genügt. Ferner bekommt man

$$h^n < \frac{\operatorname{tg} \frac{\pi}{2n}}{\left[2^{n-1} (2n-3)^n \frac{[M-1]^n}{k} \right]^{\frac{n-3}{2}}} < \frac{\operatorname{tg} \frac{\pi}{2n}}{\left[(2n-3) D \right]^{\frac{n-3}{2}}}$$

Nach (4) erhalten wir somit

$$A \sqrt[n]{P^{n-1}} + B \sqrt[n]{Q} = 0 \dots (40)$$

oder

$$\frac{P^{n-1}}{Q} = - \left[\frac{B}{A} \right]^n$$

oder

$$\frac{P}{R} = - \frac{B}{A} \quad \dots (41)$$

Diese Gleichung, die eine Art von Verkürzung von $\frac{P}{R}$ angibt, gilt für alle $n - 1$ Werte von ε .

Man kann die Zahlen f und g so wählen, daß weder PA noch RB ein Glied von der Form $\xi \varepsilon^{n-1}$ enthält. (41) gilt dann auch für $\varepsilon = 1$.

Die obenstehende Entwicklung läßt sich unmittelbar auf die Fermatsche Gleichung

$$a^n + b^n = c^n \quad \text{anwenden.}$$

Man hat ja

$$a^n = (c - b) (c - \varepsilon b) \dots (c - \varepsilon^{n-1} b)$$

Wir wollen hier eine kleine Digression machen.

Sind a , b und c in der Gleichung $a^n + b^n = c^n$ positive relative Primzahlen, so kann man, wie ich anderswo gezeigt habe, solche positive ganze Zahlen p , q und r finden, daß

$$pa + qb = rc$$

wo

$$|p| < \sqrt[n]{3c}, \quad |q| < \sqrt[n]{3c}, \quad |r| < \sqrt[n]{3c}$$

Aus der Gleichung

$$(ar)^n + (br)^n = (pa + qb)^n$$

ergibt sich indessen, daß z. B.

$$b^n (q^n - r^n)$$

oder daß

$$q^n - r^n$$

durch a teilbar ist.

Nordstrand, d. 25. Januar 1911.

A. T.

Anhang.

Um die Relation (4) auf die Gleichung

$$PQ = R^n$$

anwenden zu können, kann man auch folgendermaßen verfahren.

Man bildet die Gleichungen

$$A \sqrt[n]{P^{n-1}} - BR^{\frac{n-1}{2}} \sqrt[n]{Q} = \omega_1$$

$$C \sqrt[n]{Q^{n-1}} - DR^{\frac{n-1}{2}} \sqrt[n]{P} = \omega_2$$

wo

$$A = a_0 + a_1 \varepsilon + \cdots + a_{n-2} \varepsilon^{n-2}$$

$$B = b_0 + b_1 \varepsilon + \cdots + b_{n-2} \varepsilon^{n-2}$$

$$C = c_0 + c_1 \varepsilon + \cdots + c_{n-2} \varepsilon^{n-2}$$

$$D = d_0 + d_1 \varepsilon + \cdots + d_{n-2} \varepsilon^{n-2}$$

während die Größen a , b , c und d ganze Zahlen sind.

Aus den genannten Gleichungen bekommt man

$$\begin{aligned} & \left[AP^{\frac{n-1}{n}} - BR^{\frac{n-1}{2}} Q^{\frac{1}{n}} \right] \left[CQ^{\frac{n-1}{n}} - DR^{\frac{n-1}{2}} P^{\frac{1}{n}} \right] = \\ & = ACR^{n-1} + BDR^n - BCR^{\frac{n-1}{2}} Q - ADR^{\frac{n-1}{2}} P = \omega_1 \omega_2 \end{aligned}$$

oder

$$ACR^{\frac{n-1}{2}} + BDR^{\frac{n+1}{2}} - BCQ - ADP = \frac{\omega_1 \omega_2}{R^{\frac{n-1}{2}}} = \omega$$

Könnte man nun die Größen a , b , c und d so wählen, daß mod ω kleiner als eine gewisse Größe wurde, so bekämen wir entweder

$$AP^{\frac{n-1}{n}} = BR^{\frac{n-1}{2}} Q^{\frac{1}{n}}$$

oder

$$CQ^{\frac{n-1}{n}} = DR^{\frac{n-1}{2}} P^{\frac{1}{n}}$$

Zuletzt noch eine Digression.

Hätte man in ganzen Zahlen a , b , c , α , β , γ die Gleichung

$$\frac{a - \varepsilon b}{c} \left[A_0 + A_1 \varepsilon + \cdots + A_{n-2} \varepsilon^{n-2} \right] = \frac{a - \lambda \beta}{\gamma} \left[A_0 + A_1 \omega + \cdots + A_{n-2} \omega^{n-2} \right]$$

wo

$$\frac{a^n - b^n}{a - b} = c^{n-1}, \quad \lambda = \varepsilon^q, \quad \omega = \varepsilon^p$$

während die Größen A , p und q ganze Zahlen waren, und

$$0 < p < n, \quad 0 < q < n$$

so bekamen wir

$$\frac{a^n - \beta^n}{a - \beta} = \gamma^{n-1}$$

Hätte man umgekehrt z. B. in ganzen Zahlen a , b , c und d :

$$\frac{a^n - b^n}{a - b} = \frac{c^n - d^n}{c - d}$$

so könnte man solche ganzen Zahlen A finden, daß

$$(a - \varepsilon b) [A_0 + A_1 \varepsilon + \dots + A_{n-2} \varepsilon^{n-2}] = (c - \varepsilon d) [A_0 + A_1 \omega + \dots + A_{n-2} \omega^{n-2}]$$

wo

$$\omega = \varepsilon^q, \quad 1 < q < n$$

Der Gleichung

$$\frac{a^n - b^n}{a - b} = c^{n-1}$$

kann in ganzen Zahlen a , b und c dann, und zwar nur dann, genügt werden, wenn man solche ganzen Zahlen A finden kann, daß

$$(a - \varepsilon b) [A_0 + A_1 \varepsilon + \dots + A_{n-2} \varepsilon^{n-2}] = c [A_0 + A_1 \omega + \dots + A_{n-2} \omega^{n-2}]$$

Hätte man in ganzen Zahlen

$$\frac{a^n - b^n}{a - b} = c^n$$

$$c = U(\varepsilon) U(\varepsilon^2) \dots U(\varepsilon^{n-1})$$

wo

$$U(x) = B_0 + B_1 x + \dots + B_{n-2} x^{n-2}$$

so könnte man solche ganzen Zahlen A finden, daß

$$(a - \varepsilon b) [A_0 + A_1 \varepsilon + \dots + A_{n-2} \varepsilon^{n-2}] = c U(\varepsilon) [A_0 + A_1 \omega + \dots + A_{n-2} \omega^{n-2}]$$

Wären endlich

$$\frac{a^n - b^n}{a - b} = c^n, \quad \frac{a^n - \beta^n}{a - \beta} = \gamma^n$$

$$c = U(\varepsilon) \dots U(\varepsilon^{n-1})$$

$$\gamma = W(\varepsilon) \dots W(\varepsilon^{n-1})$$

wo

$$U(x) = B_0 + B_1 x + \dots + B_{n-2} x^{n-2}$$

$$W(x) = C_0 + C_1 x + \dots + C_{n-2} x^{n-2}$$

so könnte man solche Zahlen A finden, daß

$$\begin{aligned} \gamma W(\varepsilon) [a - \varepsilon b] [A_0 + A_1 \varepsilon + \dots + A_{n-2} \varepsilon^{n-2}] &= \\ = c U(\varepsilon) [a - \varepsilon \beta] [A_0 + A_1 \omega + \dots + A_{n-2} \omega^{n-2}] \end{aligned}$$

Durch eine Erweiterung der Digressionsbemerkung Pag. 15 wird man imstande sein zu entscheiden, ob eine Gleichung

$$Ax^2 + By^2 = Cz^2 \quad \dots (1)$$

bei der A , B und C beliebig gegebene, von Null verschiedene ganze Zahlen bezeichnen, in ganzen Zahlen x , y und z , wovon je zwei relative Primzahlen sein sollen, möglich ist oder nicht.

Wir können hier folgendermaßen verfahren:

Setzen wir — ohne die Allgemeinheit einzuschränken — voraus, daß $z \geq y \geq x > 0$, so kann man solche von Null verschiedene ganze Zahlen p , q und r , die nicht alle einen gemeinsamen Divisor besitzen, bestimmen, so daß erstens

$$px + qy = rz \quad \dots (2)$$

während zweitens

$$p^2 < 3z, \quad q^2 < 3z, \quad r^2 < 3z \quad \dots (3)$$

Jede ganze Zahl $N = ax + \beta y + \gamma z$, wo a , β und γ solche ganze Zahlen sind, daß

$$0 \leq a \leq k, \quad 0 \leq \beta \leq k, \quad 0 \leq \gamma \leq k,$$

wobei k diejenige ganze Zahl bedeutet, bei der

$$k < \sqrt[3]{3z} \leq k + 1$$

muß nämlich einer der $3kz + 1$ Zahlen: $0, 1, 2, \dots, 3kz$ gleich sein. Anderseits wird die Anzahl aller dieser in Bezug auf die Zahlen a , β und γ verschiedenen Ausdrücke N gleich $(k + 1)^3$. Da

$$(k + 1)^3 \geq 3(k + 1)z > 3kz + 1$$

müssen zwei der Zahlen N , die wir N_0 und N_1 nennen wollen, einander gleich sein. Aus der Gleichung $N_0 - N_1 = 0$ kann man aber sofort eine Gleichung (2) der gesuchten Art bilden.

Aus (1) und (2) bekommt man:

$$[Bp^2 + Aq^2]x^2 - 2Bprxz + [Br^2 - Cq^2]z^2 = 0$$

$$[Bp^2 + Aq^2]y^2 - 2Aqryz + [Ar^2 - Cp^2]z^2 = 0$$

oder

$$ax = Cq^2 - Br^2$$

$$by = Cp^2 - Ar^2$$

$$cz = Bp^2 + Aq^2 \quad \dots (4)$$

$$az + 2Bpr = cx \quad \dots (5)$$

$$bz + 2Aqr = cy \quad \dots (6)$$

$$ap + bq + cr = 0$$

$$Aa^2 + Bb^2 = Cc^2 \quad \dots (7)$$

wo a , b und c ganze Zahlen sind.

Bedeutet U die größte der Größen $|A|$, $|B|$ und $|C|$, so erhält man indessen aus (4), (5), (6)

$$c | < 6U, \quad |a| < 12U, \quad |b| < 12U$$

Die Möglichkeit einer Gleichung (7), die dieselbe Form wie (1) hat, läßt sich also nach einer berechenbaren Anzahl von Prüfungen feststellen.

Auf dieselbe Weise kann man eine Gleichung

$$Ax^3 + By^3 = Cz^3 \quad \dots (8)$$

wo A , B und C beliebig gegebene ganze Zahlen bedeuten, während x , y und z ganze Zahlen bezeichnen, wobei je zwei von ihnen relative Primzahlen, in eine neue Form bringen.

Indem wir voraussetzen, daß $z \not\equiv y \not\equiv x > 0$, kann man solche ganze Zahlen p , q und r , die nicht alle einen gemeinschaftlichen Divisor haben, finden, so daß

$$px + qy = rz \quad \dots (9)$$

wo

$$p^2 < 3z, \quad q^2 < 3z, \quad r^2 < 3z$$

Aus (8) und (9) bekommt man

$$ax = Cq^3 - Br^3 \quad \dots (10)$$

$$by = Ar^3 - Cp^3 \quad \dots (11)$$

$$cz = Aq^3 - Bp^3 \quad \dots (12)$$

$$az^2 + 3Bpqry - cx^2 = 0 \quad \dots (13)$$

$$-bz^2 + 3Apqrx + cy^2 = 0 \quad \dots (14)$$

$$bx^2 - 3Cpqrz - ay^2 = 0 \quad \dots (15)$$

$$\begin{aligned} [B^2b^3 - A^2a^3]r^3 + [2A(ap)^3 - 2B(bq)^3 + 3pqab[Bbp - Aaq]]C \\ = C^2 \left[\frac{ap^2 - bq^2}{r} \right]^3 \quad \dots (16) \end{aligned}$$

wo a , b und c ganze Zahlen sind.

Aus (15) und (9) erhält man

$$x[bx - 3Cp^2q] = y[ay + 3Cpq^2]$$

oder

$$bx - 3Cp^2q = hy \quad \dots (17)$$

$$ay + 3Cpq^2 = hx \quad \dots (18)$$

wo h eine ganze Zahl ist. Aus (17) und (18) erhält man ferner:

$$x[bq - hp] = y[hq - ap] \quad \text{oder}$$

$$fx = hq - ap \quad \dots (19)$$

$$fy = bq - hp \quad \dots (20)$$

$$\frac{bq^2 - ap^2}{r} = fz \quad \text{oder} \quad \dots (21)$$

wo f eine ganze Zahl bedeutet.

Aus (10), (11) und (12) ergibt sich:

$$Aax + Bby = Ccz \quad \dots (22)$$

oder infolge (9)

$$Bbr - Ccq = gx \quad \dots (23)$$

$$Ccp - Aar = gy \quad \dots (24)$$

$$Bbp - Aaq = gz \quad \dots (25)$$

wo g eine ganze Zahl ist.

Aus (12), (21) und (25) geht hervor daß:

$$gq^2 = Bfpr - ac$$

oder infolge (10), (11), (23) und (24):

$$Afq - gp^2 = bc \quad \dots (26)$$

$$Bfpr - gq^2 = ac \quad \dots (27)$$

$$Cfpq - gr^2 = ab \quad \dots (28)$$

Schreibt man in (16) ac und bc statt a und b , so erhält man wegen (26) und (27)

$$g[6ABCfpr - g(BCp^3 + CAq^3 + AB r^3)]^2 = [g^3 - 4ABCf^3][B^2C^2p^6 + C^2A^2q^6 + A^2B^2r^6 - 2ABC^2p^3q^3 - 2BCA^2q^3r^3 - 2CAB^2r^3p^3] \quad \dots (29)$$

Aus (12), (13) und (14) erhält man:

$$|c| < 6U\delta$$

$$|a| < 15U\delta$$

$$|b| < 15U\delta$$

wo U die größte der Größen $|A|$, $|B|$, $|C|$ und δ die größte der Größen $|p|$, $|q|$ und $|r|$ bedeuten.

Aus (25) ergibt sich folglich:

$$|g| < 90U \quad \dots (30)$$

Aus (8), (17) und (20) erhält man endlich:

$$|f| < 9U\sqrt[3]{2U} [10 + 3\sqrt[3]{2U}] \quad \dots (31)$$

Ist z. B. $g = 0$, bekommt man

$$[BCp^3 + CAq^3 - AB r^3]^2 = 4C^2ABp^3q^3$$

Ist hier $A = B = C = 1$, erhält man in ganzen Zahlen

$$[p^3 + q^3 - r^3]^2 = 4p^3q^3$$

$$p = \varepsilon\alpha^2, \quad q = \varepsilon\beta^2, \quad \varepsilon^2 = 1$$

$$(\varepsilon r)^3 = [\alpha^3 + (\beta^3)^2], \quad \varepsilon^2 = 1$$

$$\varepsilon r = \gamma^2$$

$$\alpha^3 + (\beta^3)^3 = (\mu\gamma)^3$$

$$\mu^2 = 1$$

Wegen der Analogie der Gleichungen (9) und (22) kann man beliebig viele solche Gleichungen bilden, und man kann z. B. in der Gleichung (29) Aa , Bb und Cc statt beziehungsweise p , q und r schreiben. Gleichzeitig muß man doch f und g durch zwei gewisse andere Zahlen f_0 und g_0 ersetzen.

In der erhaltenen Gleichung kann man ferner a , b und c nach den Gleichungen (26), (27) und (28) durch p , q und r ausdrücken.

Aus den somit gefundenen zwei Gleichungen zwischen p , q und r kann man z. B. r eliminieren.

Die Koeffizienten der auf diese Weise gebildeten Gleichung zwischen p und q — welche ganze Funktionen von g , f , g_0 und f_0 sind — müssen, wenn p und q hinreichend groß sind, sämtlich gleich Null sein.

Man erhält hier z. B. in ganzen Zahlen:

$$g_0g^3 = f^2 [3f_0g + fg_0] ABC \quad \dots (32)$$

$$\alpha x = BC[B^2b^3 - C^2c^3], \quad \beta y = CA[C^2c^3 - A^2a^3], \quad \gamma z = AB[B^2b^3 - A^2a^3]$$

$$g_0x = BC[\beta c - \gamma b], \quad g_0y = CA[\gamma a - \alpha c], \quad g_0z = AB[\beta a - \alpha b]$$

$$\beta(Bb)^2 - \alpha(Aa)^2 = Ccf_0z$$

$$gA\alpha + g_0p = \omega Aa, \quad gB\beta + g_0q = \omega Bb, \quad gC\gamma + g_0r = \omega Cc$$

$$\omega^2 = g[f_0g - g_0f] ABC \quad \dots (33)$$

Wir begnügen uns hier mit diesen Andeutungen.

Gedruckt 26. September 1911.

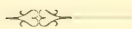
PHOTOGRAPHIES DE LA LUMIÈRE ZODIACALE

PAR

CARL STØRMER

AVEC UNE PLANCHE

(VIDENSKAPSELSKAPETS SKRIFTER. I. MAT.-NATURV. KLASSE. 1911. No. 5)



CHRISTIANIA

EN COMMISSION CHEZ JACOB DYBWAD

1911

Fremlagt i den mat.-naturv. classes møte fredag 10. mars 1911.

D'après M. J. SCHEINER: Populäre Astrophysik, p. 554, M. WOLF a réussi, il y a une dizaine d'années déjà, à prendre des photographies de petites parties de la lumière zodiacale et il en a tiré des conclusions intéressantes relatives à la répartition de l'intensité lumineuse de ce phénomène si mystérieux.

Les bons résultats de mon expédition en vue de photographier l'aurore boréale¹⁾ m'ont conduit à essayer de photographier aussi la lumière zodiacale.

Je me suis servi des mêmes appareils photographiques que pendant mon expédition. Comme plaques, j'ai employé les plaques *Lumière à étiquette violette* et les plaques *Hauff* (Feuerbach).

On peut voir sur les figures les résultats de ces essais. Les photographies ont été prises à l'observatoire de Christiania vers l'ouest après le coucher du soleil. Il est à remarquer qu'il est très-difficile de bien voir la lumière zodiacale à Christiania, soit à cause de la situation septentrionale, soit à cause de l'impureté de l'atmosphère au voisinage d'une ville.

La fig. 1 montre une photographie²⁾ prise le 17 janvier 1911 avec une pose qui a duré de $7^h 5^m 30^s$ à $7^h 10^m 30^s$, temps de Greenwich. Plaques *Hauff*.

La fig. 2 est prise le 26 janvier 1911 avec une pose de $5^h 51^m 30^s$ à $5^h 54^m 30^s$. Plaques *Lumière à étiquette violette*.

Enfin la fig. 3 montre l'aspect de la lumière zodiacale le 22 février, date bien remarquable à cause d'une splendide aurore boréale qui a brillé à Christiania depuis le coucher du soleil. La pose de cette photographie a duré de $6^h 35^m$ à $6^h 40^m$. Pendant la pose, l'aurore boréale se montrait sous la forme d'un arc diffus vers le nord et bien séparé de la lumière zodiacale du côté de l'ouest.

¹⁾ Voir les *Comptes Rendus* du 13 juin 1910. Paris

²⁾ A cause des difficultés de reproduction, nous publions ici les négatifs

Imprimé le 3 novembre 1911.

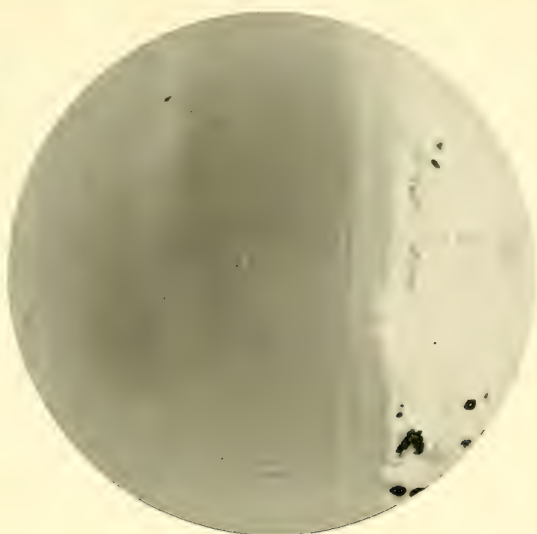


Fig. 3.



Fig. 2.

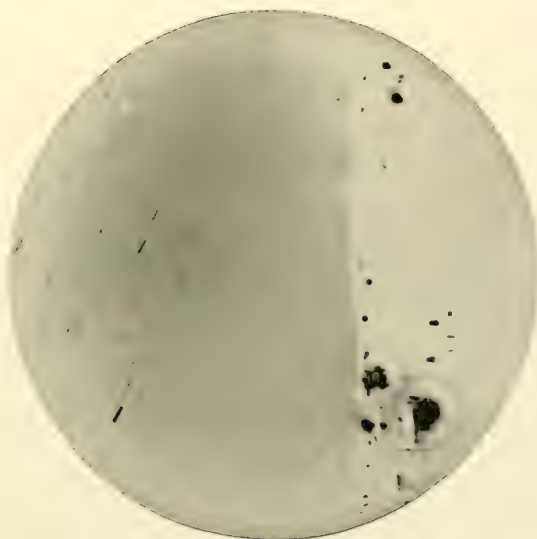


Fig. 1.

BOTANISKE UNDERSØKELSER I HIELGELAND

AV

OVE DAHL

I

(VIDENSKAPSSKAPETS SKRIFTER. I. MAT.-NATURV. KLASSE 1911. No. 6)

UTGIT FOR FRIDTJOF NANSENS FOND

KRISTIANIA
I KOMMISSION HOS JACOB DYBWAD

1912

Fremlagt i den mat.-naturv. classes møte den 21de april 1911.

Indhold.

| | Side |
|--|------|
| Historisk oversigt | 1 |
| Undersøkelsen av øene | 18 |
| Undersøkelser paa fastlandet | 70 |
| Fortegnelse over karplanterne i Helgeland med angivelse av deres utbredelse, I . . | 132 |
| Tilføielser og rettelser | 221 |

HISTORISK OVERSICHT.

Medens man særlig gjennem forstmester J. M. NORMANS Norges arktiske flora har et forholdsvis godt kjendskap til størstedelen av det nordlige Norges flora nord for Polarcirkelen, er vort kjendskap til karplanternes utbredelse i den sydlige del av Nordland meget mangelfuldt, ja store strækninger derav har endnu ikke været undersøkt av nogen botaniker.

Den første, fra hvem vi har meddelelser om plantefund fra det sydlige Nordland, er den trondhjemske biskop J. E. GUNNERUS, der leilighedsvis botaniserte litt paa sine visitatsreiser i Nordland og Finmarken (1759, 1762, 1767 og 1770). Meddelelser om hans plantefund findes dels i hans *Flora Norvegica* (1766—72), dels i hans efterladte herbarium i videnskabselskapets samlinger i Trondhjem¹.

Saaledes heter det Fl. Norv. nr. 49 ved *Polypodium Lonchitis*: Habitat haec rarior polypodii species in Ranen Norlandiae, ubi a. 1762 haud procul a via, quae ad Vefsen ducit, duobus locis a me observata. Den 17. mai 1767 sees han iflg. Fl. Norv. og herb. nr. 661 at ha samlet en mos paa Dønnes i Helgeland, og fra returvisitatsen 1770 kan anføres, at han iflg. herbariet har samlet *Brassica campestris* 14. aug. i Hemnes samt *Carduus crispus* (herb. nr. 720, benævnt *C. lanceolatus*) paa Tjøtta 23. aug. og *Cirsium arvense* (herb. nr. 565, benævnt *Carduus nutans*) til samme tid og sted i en rugaker. Vigtigere er det, at han paa denne reise opdaget som ny for Norge *Arenaria ciliata* (Fl. Norv. nr. 1078: in alpe Mofjeldet Helgelandiae a. 1770 lecta). Endvidere nævnes i Fl. Norv. uten nærmere tids- eller stedsangivelse: *Onoclea Struthopteris* fra Ranen og Vefsen (nr. 1), *Oxyria digyna* fra Mofjeldet (nr. 19), *Sambucus nigra* som plantet i Alstahaug (nr. 407) og *Corylus Avellana* fra Helgeland, f. eks. Alstahaug, Bindalen og Velfjorden (nr. 443, hvor tilføies: Ultra Helgelandiam a me non observata, una frutice sterili excepta, quam in alto

¹ Se Det kgl. norske vidensk. selsk. skr. f. 1892—93.

monte parocciæ Stegen, pone aedes pastoris sito, vidi). Fra Ranen har ogsaa en derværende missionær Peter Dass VALNUM indsendt endel bregner til ham (Fl. Norv. nr. 49), hvoriblandt iflg. herbariet *Aspidium Filix mas*, *A. Lonchitis* og *Phegopteris polypodioides*.

De øvrige botanikere, der i det 18. aarh. botaniserte i Nordland, har ei botanisert syd for Polarcirkelen, men væsentlig i Salten (C. v. LINNÉ 1732, L. MONTIN 1749 og C. SOLANDER 1753) samt M. VAHL. Det samme er ogsaa tilfældet med den for sine reiser i det nordlige Skandinavien saa bekjendte G. WAHLENBERG.

I 1816 foretok den især som arkæolog og zoolog bekjendte svenske professor Sven NILSSON en reise gjennom Norge til Bodø. Herunder besøkte han ogsaa flere steder i Helgeland, men av botaniske iagttagelser meddeles der i hans reiseberetning¹ kun faa, saaledes endel fjeldplanter fra Heilhornet samt at *Silene rupestris* og *Stellaria crassifolia* vokser i stor mængde paa strandkantene i hele Ranen.

Som bekjendt er det dog særlig i topografiske verker, at man hos os finder de ældste floristiske oplysninger. Her skal kun nævnes Hans STRØMS Beskrivelse over Søndmør 1762—69, hvori der findes en fortegnelse over Søndmørs vækster. Strøms verk blev siden mønsteret for de beskrivelser, som navnlig pretestanden utgav over sit distrikt, og hvori de ogsaa anførte de viktigste der forekommende dyr, planter og stenarter (saaledes av J. A. KROGH over Nordfjord, H. J. WILLE over Seljord og J. N. WILSE over Spydberg)². Nordland laa dog saa avsides, at man først i begyndelsen av næste aarhundrede fik et verk i denne retning, nemlig Physisk-økonomisk Beskrivelse over Saltdalen³ av den særlig som botaniker bekjendte prest S. Chr. SOMMERFELT. I dennes herbarium paa universitetets botaniske museum findes ogsaa nogle faa planter fra Helgeland, saaledes *Stenophragma Thalianum*, *Asplenium septentrionale* og *Ophioglossum vulgatum* fra Risvær i Lurøy samt *Carex paradoxa* (fra øen »Hvidbjergkoen«).

Mindre kjendt turde de forsøk i lignende retning være, som man har fra Ranen av presten IVER ANCHER HELTZEN. Denne var født paa Kongsberg 1785, blev 1811 residerende kapellan til Hemnes, 1814 sogneprest sammesteds og døde 1842. H. var meget interessert for naturvidenskapene,

¹ Dagboksanteckningar under en resa från södra Sverige til Nordlanden i Norge 1816. Lund 1879.

² Se herom særlig Ove Dahl: Biskop Gunnerus' virksomhed (Det kgl. norske vidensk. selsk. skr. 1888 flg.), Et Uddrag av Christopher Hammers brevveksling (Nyt Magaz. f. Naturv. XXXII), Carl v. Linnés forbindelse med Norge (Trondhjem 1907) s. 12 flg.

³ Det kgl. norske vidensk. selsk. skr. i 19. aarh., b. 2. Thjm. 1824—27.

særlig for planternes medicinske og økonomiske anvendelse. Herom nedskrev han vidtloftige verker, hvorav de fleste findes i manuskript paa Bergens museums bibliotek. I indledningen til det første av disse, *Forsøg til Helgelands Flora* efter Rafns, Funkes, Hornemanns, Strøms og Bomares Værker (mscr. nr. 315 e—h), fortæller han selv om begyndelsen til dette sit studium. Han hadde allerede tidlig begyndt paa en beskrivelse over Ranen prestegjeld¹ for at »levere et Biedrag til nøjere Kundskab om Nordlandene, hvilke ligesom ere udstodte fra alle Skribenteres Opmerksomhed«, og »til Mynster for dette Arbejde« valgte han »Strøms herlige Sundmors Beskrivelse«. Det gik temmelig let for ham, indtil han kom til de kapitler, der skulde behandle naturriggerne. Til disse manglet han nemlig ethvert kjendskap, og han var nær ved at opgive sin plan, da biskop Krogh laante ham Hornemanns plantelære og opfordret ham til at fortsætte med arbeidet. Han begyndte nu med iver at studere planterne og avtegnet 100 forskjellige arter² for senere at konferere dem med *Flora Danica*. Under et ophold i Trondhjem 1825 traf han en fordums skolekammerat, daværende stud. jur. M. N. BLYTT, der forsynet hans tegninger med de rette systematiske navne³. Av biskopen fik han det følgende aar overladt flere botaniske verker, hvorav han gjorde udtag angaaende de indsamlede arter, og senere syv bind av *Flora Danica*. Av dette verk blev han senere selv eier, da han benyttet et honorar, menighetens sogneraad tilstod ham, fordi han gratis hadde fungert som kirkernes regnskapsfører, til indkjøb derav. For at gjengjelde menigheten, der saaledes paa en maate hadde skjænket ham *Flora Danica*, besluttet han aarlig at utgi en veiledning til at dyrke hittil i Nordland ukjendte planter og til at bruke de vildtvoksende urter til nytte og gavn for menigheten. I 1828 utgav han to bind av det ovenfor nævnte *Forsøg til Helgelands Flora*, hvortil for hver art føiedes haandkolorerte plancher. Disse er for storstedelen smukt utførte, men de fleste er helt eller delvis kopiert efter *Flora Danica*. Planterne er ordnet efter Linnés klasser, og de to bind omfatter kl. II—XXI. Efter de nævnte kilder anfører han hver enkelt arts medicinske og økonomiske anvendelse samt meddeler, hvad han vet om deres utbredelse i Helgeland. De norske og danske navne tilføies;

¹ Iblandt M. N. BLYTTS optegnelser findes nogle notater om Rysaavandet (Røsvandet), hvorover er skrevet: „Helzens Beskriv. over Ranen. Manuscript.“

² I Mo i Ranen har jeg seet et litet hefte, der skriver sig fra Heltzen, indeholdende 106 haandkolorerte plantetegninger med angivelser av planternes anvendelse til farvning.

³ I det ovenfor omtalte *Forsøg t. Helgelands Flora* (av 1828) nævner han, at M. N. BLYTT har bestemt hans eksemplar av *Draba incana* fra Slegda i Korgen.

særlig er benævnelserne fra Ranen av interesse, da de fleste brukes den dag idag.

Allerede det følgende aar fandt han det nødvendig at skrive et supplementsbind, der ogsaa medtager kryptogamer, deriblandt ikke saa faa mos, alger og lav.

Samme aar hadde han besøk av lector KEILHAU paa dennes undersøkelsesreise i Nordland. De foretok da i forening en fjeldreise om Tvervandet i Mo til grænsefjeldene mot Sverige, hvorved Heltzen fik god anledning til at utvide sit kjendskap til fjeldfloraen.

Senere paa aaret sammenskrev han et nyt arbeide: *Forsøg til systematisk medicinsk og oeconomisk Beskrivelse over nogle Helgelands Planter*, samlet og udarbejdet efter ældre og nyere Skribenter I, II (fortalen til I. dateret 20. octbr. 1829 og til II. 30. novbr. 1829), opbevaret som manusk. nr. 315 j—k paa Bergens museums bibliotek. I fortalen fremhæver han uttrykkelig, at han blandt de 300 planter, han kjender fra Helgeland, har udvalgt dem, som særlig kunde ha anvendelse i medicinsk og økonomisk henseende, og at han kun meddeler, hvad han finder derom i sine i fortalen nævnte kilder¹.

I 1831 utgav han paa tryk et litet skrift: *Forsøg til en kort Anviisning for Nordlandenes Beboere til at samle, bruge og anvende medicinsk og oeconomisk nyttige Planter*, samlede som vildvoxende paa Helgeland samt Anviisning til Hampens Dyrkning; Alt uddraget af de meest bekjendte Forfatteres Skrifter. Bergen 1831. Skriftet utgjør kun 35 sider og omhandler kun Gjetkløv (*Menyanthes trifoliata*), Vendelrod (*Valeriana officinalis*) og Stedmoders Blomst (*Viola tricolor*). Anvisningen til hampens dyrkning angives at være et udrag av prof. Olufsens prisskrift.

Samme aar skrev han i Budstikken (Ny Saml. II. nr. 53—55) en artikel *Om Ranens Præstegjæld*, dateret 10. August 1831. Anledningen hertil var, at direktionen for Det kgl. Selsk. f. Norges Vel i en skrivelse til ham hadde ytret, at »de fjerne Nordlandske Egne ere fast søndenfjelds ganske ubekjendte«, hvorfor han anser det for sin pligt at meddele litt om Ranen. Han omtaler her næringsveie, temperatur, folkets kultur og kunsthid. Av vildtvoksende urter nævner han, at han har samlet

¹ Disse er Hornemanns Plantelære, Rafns Danmarks og Holsteens Flora, Funkes Naturhistorie II, Tychsens practisk theoretisk Anviisning i Apothekerkunsten I, Strøms Søndmørs Beskrivelse, Gunneri Flora Norvegica, Bomares Naturhistorie, Mangors Landapothek og Wendts Anviisning til et indsamle, tørre og conservere medicinske Planter og Plantedele.

over 300 forskjellige arter, samt at han har søkt at skaffe beboerne underretning om urtenes økonomiske anvendelse dels ved at laane dem Funks naturhistorie, dels ved mundtlig undervisning. Om skogen siger han, at enkelte trakter har rigelig granskog, og disse distrikter kan betragtes som Helgelands forraadskammere paa brænde- og bygningsmateriale. »Paa de østlige Grænser ophorer Granens Vegetationslinje og man træffer enkelte Furutrær, men især Birk, der endog voxer omkring Vandene, der ligger i Grænselinjernes Gang, i betydelig Mængde.« Som de vigtigste træer i løvskogen nævnes older, birk, hegg, rogn, ister og selje.

Forøvrig har han i disse aar fortsat med at samle og studere Helgelands planter. Vinteren 1833—34 sammenskrev han et nyt bind (IV) av sin illustrerte Forsøg til Helgelands Flora (mskr. 315 h). I fortalen til denne del fortæller han, at han her vil medta en mængde, endog sjældne alpeplanter, som han fandt for nogle aar siden (1829, se ovenfor) med lector Keilhau, samt desuten en hel del, der er dyrket av frø. Botanisk gartner SIEBKE i Kristiania hadde nemlig foraaet 1833 forsynet ham med en stor mængde frø av kornarter, der ei hittil var dyrket saa langt mot nord, av pharmaceutiske planter, hvorav han har flere kasser med levende eksemplarer, samt av forskjellige træsorter.

Fra reisen sammen med Keilhau til grænsefjeldene anføres: *Primula scotica* (Tvervandet), *Azalea procumbens* (Renfjeldet), *Sibbaldia procumbens* (Tvervandet), *Andromeda hypnoides* (Renfjeldet), *Saxifraga stellaris*, *S. nivalis* (Tvervandet), *Silene acaulis* (Renfjeldet), *Cerastium trigynum* (Renfjeldet, Tvervand), *Thalictrum alpinum* (likesaa), *Ranunculus nivalis*, *R. pygmaeus* (Miølfjeldene), *Pedicularis lapponica* (Renfjeldene og ved Tvervand), *Astragalus alpinus* (Tvervand), *A. frigidus* (fundet av Keilhau paa en rydning ovenfor gaarden Tvervand, der var merkelig rik paa fjeldplanter), *Coralliorrhiza innata* og *Coeloglossum viride* (sammen med foregaaende). I Nomenclator (se nedenfor) føies hertil *Dryas octopetala*.

De fleste av frøsortene har spiret og endel blomstret det første aar, men hvorvidt de vil holde sig, kan han endnu ikke avgjøre.

I indledningen til denne del siges uttrykkelig, at tegningerne saavidt mulig er tegnet efter levende eksemplarer, men hvor ingen blomster kom dette første aar, er tegningerne »tagne efter Fl. Dan.s Kobbere og illuminerede efter Hornemans Beskrivelse«.

Om sine dyrkningsforsøk av kornarter har han senere skrevet en artikel »Om Forsøg anstillet med Himalaya Byg« i Budstikken III, 1834 nr. 98—99.

Der synes nu at ha hengaat flere aar, uten at Heltzen har skrevet noget. En forandring heri indtraadte aar 1841. Da foretok nemlig prof. M. N. BLYTT og gartner N. G. MOE en reise til Nordland, Tromsø og Finmarken. De stanset først ved Søvik paa Alsten, hvor de opholdt sig fra 17.—27. juni. Herunder botaniserte de særlig i den sydlige del av øen, specielt ved Skjeggnes, Alstahaug og Skei, samt besteg rimeligvis toppen Breitind (Stortind) av de Syv Søstre. Deres viktigste fund, der meddeles av A. Blytt i hans Ranenflora samt av Heltzen i hans nedenfor omtalte Nomenclator, vil bli omtalt nedenfor under Alstens flora samt i planteportegnelsen¹. Her skal kun nævnes *Arenaria ciliata* fra Skjeggnes, *Ophioglossum vulgatum* fra strandkanter samt *Adoxa Moschatellina*.

Fra Søvik drog de ind til Hemnes, hvor de besøkte Heltzen. Ifølge A. Blytt blev M. N. Blytt tilbake her, medens Moe botaniserte i Lerskar-dalen i Korgen. Foruten ved selve kirkestedet i Hemnes sees M. N. Blytt særlig at ha botaniseret i Hestnesliene («Roxlien» M. N. Blytt) ret over for Hemnes.

Samme aar eller aaret efter Blytts besøk skrev Heltzen et par nye større arbeider, hvorav først skal nævnes Nomenclator Helgelands Flora, samlet, confereret og med Parallelsteder i systematisk Orden optegnet efter Haandbog i Skandinaviens Flora af Hartmann 1838 — og sammenlignet med Flora Suecica, Wahlenberg 1826 — Dansk oekonomisk Plantelære, I. W. Hornemann, 3. Oplag 1837 — Strom, Sundmør Beskrivelse 1762 — Sommerfelt, Saltdalens Beskrivelse — Medicins & Plante-lære, Schumacher 1826 — Rafn, Danmark og Holstens Flora 1800 — Richards Medicinische Botanik von Kunze 1826 — Naturhistorie for Lærere i Skoler af Funke 1801 (mscr. 315 i², Bergens museums bibl.).

Dette skrift opregner 463 arter, ordnet efter Linnés system med henvisning til de nævnte kilder, anfører deres navne i Ranen og forekomst i Helgeland. I floristisk henseende er dette det paalideligste av Heltzens arbeider. Av særlig interesse er det, at der her meddeles Blytts og Moes fund paa Alsten og i Ranen, vistnok efter meddelelser, Blytt har git ham under opholdet paa Hemnes.

Her skal anføres nogle fund, Heltzen tillægger ham, uten at de nævnes av A. Blytt i hans Ranenflora, hvorfor de ialfald tildels turde være tvilsomme:

¹ M. N. Blytts optegnelser fra reisen, der citeres av A. Blytt, synes nu at være kommet av veien.

² Desuten indeholder dette manusk. Nomenclator Helgelands Mammalia, Ornithologie, Amphibier, Ichtyologiae Helgelandicae — 1842.

Potamogeton praelongus (av Blytt paa Alsten), *Verbascum nigrum* (av Bl. og Moe paa Alsten, nordgrænse ellers Namdalen), *Rosa cinnamomea* (av Bl. paa Alsten, forekommer f. eks. ved Skjeggesnes), *Potentilla norvegica* (av Bl. og Moe baade i Ranen og paa Alsten; fra det nordlige Norge kun kjendt enkeltvis og tilfældig), *Hypericum perforatum* (av Bl. paa Alsten; rimeligvis en hukommelsesfeil, da Heltzen meddeler i sin illustrerte Helgelandsflora III av 1829 og i sin System. medic. økon. flora av samme aar, at han selv har samlet den ved Skei, under fjeldet, hvor den ganske rigtig forekommer. Heltzens billede synes at være kopiert efter Fl. Dan.), *Hieracium aurantiacum* (av Bl. fundet paa Hemnes, medens Heltzen selv angir at ha fundet den paa søndre side av skogmarken i en en skogfuld dal (i Helgelandsfl. II av 1828. Billedet er kopiert efter Fl. Dan., men blomstens farve er gul istedetfor rød). Forekomsten her av denne i de sydvestlige fjeldtrakter forekommende art maa i hvert fald betegnes som uriktig; maaske Heltzen har fundet en art av samme gruppe, f. eks. *H. hyperboreum*, der findes i nærheten paa Brendberget), *Centaurea Scabiosa* (av Bl. paa Alsten, medens Heltzen i Helgelandsfl. III anfører, at han selv har samlet den i mængde paa Tjøtta, ogsaa citert av A. Blytt i Norg. Fl. s. 606. Forekomsten paa Helgeland er ei usandsynlig, da den er angit for Bodo og av J. M. Norman samlet i mængde i Stegen), *Gnaphalium silvaticum* (av Blytt fundet paa Alsten, er rimeligvis som i Helgelandsfl. I = *G. silv. fuscum* Wg. = *G. norvegicum*).

Fra de Syv Sostre anfører Heltzen som samlet av Blytt og Moe: *Arabis alpina*, *Andromeda hypnoides* og *Aira alpina*, der samtlige av A. Blytt anføres som fundne paa Alsten av Bl. De forekommer paa Breitind op for Søvik, hvor M. N. Blytt rimeligvis har fundet flere av de fjeldplanter, der angives hos A. Blytt at være samlet av ham paa Alsten, saaledes *Luzula parviflora*, der utvilsomt er feilagtig for *L. Wahlenbergii*, som jeg selv har samlet paa Breitind.

Plantefundene i Lerskardalen henfører Heltzen dels til Moe alene, dels i motsætning til A. Blytt, efter hvem, som ovenfor nævnt, M. N. Blytt stanset i Hemnes, til Moe og M. N. Blytt. Da A. Blytt kun i et enkelt tilfælde anfører, hvad Moe har samlet i Lerskardalen, skal her fundene meddeles efter Heltzen:

Gentiana nivalis (av Moe i Lerskardalen), *Saxifraga nivalis* (likesaa), *S. cernua* (likesaa), *S. caespitosa* (av Blytt og Moe), *Stellaria alpestris* (av Moe), *Ranunculus aquatilis* (likesaa), *R. plataniifolius* (av Blytt og Moe i Lerskardalen, »Gjertrud Dalen« kaldet, hos A. Blytt kun: Ranen, Bl.), *Draba hirta* (av Bl. og Moe; A. Blytt anfører herfra en av Moe fundet

form *D. incana* f. *latifolia*), *Cardamine bellidifolia* (av Moe), *Oxytropis lapponica* (av Bl. og Moe), *Erigeron uniflorus* (av Moe), *Gymnadenia albida* (av Bl. og Moe), *Cobresia Bellardii* (likesaa, i univers. herb. Okstinderne, Moe), *Carex microglochin* (av Moe).

I floristisk henseende indeholder disse Heltzens manuskripter ogsaa ellers meget av interesse. Voksestedene er for størstedelen hentet fra hans prestegjeld, hvortil dengang Mo hørte som anneks, de fleste vistnok fra Hemnes' nærmeste omegn, men mange ogsaa fra avsidesliggende fjeld-egne, saaledes fra hans egne reiser i Lerskardalen, fra den ogsaa nu almindelige fjeldovergang over Slegda til Bleikvand i Korgen og videre fra Bleikvasli om Bygdaasen og Tverberget frem til Tustervand, fra Hatfjeld-dalen, i Mo fra Langvandets omgivelser syd for Svartisen, fra Dunderlandsdalen (især Skonseng og Eiteraas) samt fra reisen med Keilhau om Tervand til grænsefjeldene. Ogsaa fra øene er der mange angivelser (saaledes fra Tjøtta, Alsten, N. Herø, Løkta (Kobberdal), Dønna (Dønnes), Vikholmen, Tomma (»Hiertøe«), Lurø og Trænen).

I Ranenfloraen anfører vistnok A. Blytt, at M. N. Blytt sees at ha hentet adskillige opplysninger fra Heltzen, men i plantefortegnelsen nævnes intetsteds Heltzen som hjemmelsmand. Dette gjøres dog paa flere steder i Norg. Fl. II og III, hvorav fremgaar, at han har benyttet Heltzens manuskripter¹.

De viktigste av Heltzens planteangivelser vil bli anført nedenfor ved omtalen av floraen paa de forskjellige lokaliteter samt medtagne i plante-fortegnelsen tilslut. Som allerede nævnt er endel tvilsomme eller likefrem urigtige, men disse forekommer især i hans første arbeider (den illu-

¹ Saaledes *Aster Tripolium* (øene utenfor Lurø, s. 567), *Matricaria Chamomilla* (Ranen, s. 583 og 1283. Bemerkningen sidste sted, at Heltzens tegninger er kopiert efter Flora Danica, kan dog ikke anvendes her, da tegningen ikke stemmer med Fl. Dan. t. 1764 (bind X), som vistnok ikke Heltzen engang har seet, da han, som ovenfor anført, kun eiet de 7 første bind og derfor her som ellers i lignende tilfælde sætter aapent rum for henvisningen til dette verk. Om forekomsten skal tales mere nedenfor), *Centaurea Scabiosa* (Tjøtta, s. 606), *Galium verum* (Sannalandet i Trænen, s. 696), *Asperula odorata* (Lurø, s. 700), *Glechoma hederacea* (Hemnes som ugræs i haven, s. 729), *Origanum vulgare* (indre dele av Ranen, s. 743), *Corydalis fabacea* (Ranen, s. 955), *Erodium cicutarium* (Lerskardalen i Ranen, s. 1111), *Potentilla argentea* (Vikholmen i Nesne, s. 1184), *Astragalus frigidus* (Tervandet i Mo, s. 1213) samt *Convallaria majalis* (Tjøtta, s. 1272). Desuten gjelder den „tvilsomme angivelse“ av *Erica Tetralix* for Ranen (s. 845) Heltzen, hvorom mere nedenfor.

M. N. Blytts angivelser fra Lurø skriver sig dog ikke altid fra Heltzen, men vistnok oftest fra et manuskript „Flora lurøensis, Joh. Dass“, som findes blandt M. N. Blytts manuskripter. Her anføres saaledes *Asperula odorata*, som Heltzen kun anfører fra smaabuskene ved Hemnes prestegaard og som ukrud i Alstahaug prestegaards have, og *Corylus Avellana*, som Heltzen kun kjender fra skogen ved Skei paa Alsten. Mere herom vil meddeles senere under floraen paa Lurø.

strerte Helgelandsflora) og er omtrent alle strøgne i hans Nomenclator. Rimeligvis skyldes dette konference med M. N. Blytt. I Helgelandsfloraen anføres saaledes: *Valeriana dioica*: »voksende i Selskab med *V. officinalis* og skillende sig fra denne ved hvide Blomster«; tegningen er kopiert efter Fl. Dan. *Myosotis palustris*: »baade ved Siosiden og i Ranens Fjeld-dale«; rimeligvis kun *M. sylvatica*, der dog nævnes som en avart, »kun skillende sig ved større Loddenhed«; tegningen er vistnok ogsaa her hentet fra Fl. Dan. *Erica Tetralix*: »Lynget uten Blomster i Marken mellem Hemnes og Prestenget«; tegningen av et blomstrende eksemplar er kopi fra Fl. Dan. I Nomenclator uttaler han sig dog med nogen tvil om dette sit fund. Plantens ellers kjendte nordgrænse er Leka, hvorfor angivelsen ei i og for sig selv er utænkelig. *Ledum palustre*: »er mig bleven bragt som voksende paa en Fjeldmyr«; til tegningen synes Fl. Dan. ialfald at være benyttet. Kjendes vistnok ikke fra Nordlands amt, men kunde godt forekomme der, f. eks. i grænsetrakten i Mo. *Hypericum pulchrum*: »blev fundet i Lurø; har seet et enkelt eksemplar i en utilgjængelig Stenrøs i Hemnesmarken«. Tegningen er rigtig og synes ei at være hentet fra Fl. Dan. Er vistnok ikke kjendt nordligere end nordsiden av Trondhjemsfjorden, men kunde nok, som f. eks. *Triodia decumbens*, forekomme paa Helgelandskysten. *Galeopsis Ladatum*: »almindelig især ved Husene«; uten billede. Er vistnok kun en form av *G. Tetralix*, der dog ogsaa anføres. *Carex præcox*: »paa Engene paa Hemnes Prestegaard«. Navnet er av en senere haand rettet til *C. saxatilis*. Er maaske denne eller snarere et ungt eksemplar av *C. Goodenoughii*. Desuten flere *Hieracia*, saaledes, foruten den ovenfor nævnte *H. aurantiacum*, *H. Auricula* og *H. Pilosella* (begge fra Hemnes prestegaard; men tegningerne, der skal være tat efter levende planter, stemmer ei, som Heltzen selv siger, med disse i Fl. Dan. og henviser i hvert fald til ganske andre arter). *H. murorum* og *H. sylvaticum* er *Crepis paludosa*. *Crepis virens* anføres fra Hemnes prestegaard, men tegningen, der er utført efter en levende plante, synes at henvise til en art *Hieracium* (av gruppen *Foliosa*). Ogsaa ellers kan man av tegningen se, at bestemmelsen er uriktig. Saaledes er *Lychnis Viscaria* (»fundet ved Gaarden Trætbakken i Lerskardalen, i en Grøft eller ved en Bæk«) *Viscaria alpina*, *Scandix Pecten* (Skresletten i Lerskardalen, »svarer noie til Hornemans Beskrivelse, men har røde Blomster«) er *Erodium cicutarium*, hvortil navnet ved tegningen er rettet, rimeligvis av M. N. Blytt, efter hvem den ogsaa anføres fra dette sted i A. Blytts Ranenflora. Det synes ogsaa at være M. N. Blytt, der har rettet *Lychnis Viscaria* til *L. alpina*, *Gnaphalium sylvaticum* til *G. s. fuscatum* (= *norvegicum*), likesaa navnene paa en del av de avtegnede *Hieracia*, eller sat et ? ved dem.

Fra *Nomenclator* skal av urigtige angivelser nævnes: *Campanula uniflora* (»fandt jeg voxende ude i Trænen mellem Huusøen og Sannalandet — NB. om det Exempl. er den rette — dubium est«), *Geranium palustre* (»vokser meget almindelig hos os, f. Ex. paa Hemnes Præstegaard«), *Alnus glutinosa* (ved siden av *A. incana*. »Denne vor almindelige Rau-Older, der voxer op til høje Træer, i Myrer, er almindelig bekjendt i vore Fjorde. Det er med denne Bark Folket maler sine Bommer og sine Skindfælder«. I det nedenfor omtalte Almue-Magazin nævnes kun Graa-oren). I *Nomenclator* omtales ei *Matricaria Chamomilla*, men kun *Pyrethrum inodorum*, hvorefter det heter »findes overalt paa vore liggende Agre og kaldes blandt Folket Sjurgull«, et navn der i den medicinsk-økonomiske flora (mscr. 315 j—k) anvendes paa *M. Chamomilla*. I Almue-Magazinet lader han det være uavgjort, hvilket systematisk navn (de to nævnte, eller *Anthemis arvensis* eller *Cotula*) er det rette for den almindelige Sjurgull, et navn der endnu i Helgeland er det almindelige for *M. inodora*.

Omtrent samtidig med *Nomenclator* har han ogsaa skrevet et større arbeide, der virkelig utkom paa tryk, nemlig: Forsøg til et Hefteskrift Almue-Magazin for Nordlændinge, indeholdende Træer, Planter og Urters Brug og Nytte i økonomisk og medicinsk Henseende som vildtvoxende paa Helgeland. I. Tromsøe 1841. 8. (487 s.), II — indeholdende Husdyrenes Sygdomme og deres rette Behandlingsmaade, uddraget og samlet av — 1. Hefte. Tromsøe 1844. 8. (154 s.). Fortalen til I er dateret 4. juni 1841, men til II 31. decbr. 1840. I I anføres dog, at M. N. Blytt har samlet *Hypericum perforatum* paa Alsten, hvor han opholdt sig 17.—27. juni (se ovenfor).

I dette verk anføres for hver art beskrivelse (ofte formerelse), økonomisk og medicinsk nytte og bruk. Herunder anføres meget av hans egen erfaring fra Nordland, saaledes i økonomisk henseende, farvning, garvning, dyrkning (i et eget avsnit tilslut »Græsarter til Forbedring av Landmandens Eng og dens Dyrkning« samt »Vore almindelige Kornarter«), men især, hvorledes han ofte med held har anvendt de i hans kilder anførte medikamenter fra planterne mot de forskjellige sygdomme. Endnu den dag i dag er hans kurmetoder kjendt og hans skrift (»Helsenboka«) benyttet saavel i ytre som indre Helgeland.

I floristisk henseende indeholder dette arbeide intet nyt utenfor hvad er anført i hans tidligere arbeider.

Endelig bør nævnes et udateret haandskrift av ham, nemlig Praktisk Anvendelse af Helgelands Flora. Planternes forskjellige bruk i medicinsk og økonomisk henseende er her alfabetisk ordnet.

Ifølge Halvorsens Forfatterleksikon skal desuten Heltzen gjennom flere aar ha git meddelelser om aarsvækst, næringsveie, veirlig m. m. i Morgenbladet. Han døde 30. juni 1842 uten at faa fuldført sit *Almue-Magazin*.

Der hengik nu 30 aar, før der blev foretat videre botaniske undersøkelser i den sydlige del av Nordland. I 1871 foretok daværende konservator A. BLYTT sammen med den svenske student W. ARNELL en reise til Ranen med de utenforliggende øer. Paa denne reise undersøktes ifølge A. Blytts reiseberetning¹ først skjærgaarden (nemlig Lokta, Donna (her kun 1 dag), Tomma, Hugla og de to holmer Vikholmen og Finkona). Derpaa foretok de et par ekskursjoner ved Nesne, hvorpaa de reiste ind til Mo, hvorfra de den 22. juli foretok en længere tur opad Dunderlandsdalen like til riksgrensen paa Nasafjeld. Den 12. aug. drog de fra Mo ut til Hemnes, hvor de botaniserte til den 14., da de tok ind til Korgen og Lerskardalen. Den 30. reiste de atter ut til Vikholmen, hvorpaa de efter nogle ekskursjoner ved Nesne, paa Hugla og Handnesø reiste sydover 4. september.

Denne reise blev av største betydning i flere henseender. Vigtigst er det vistnok, at A. Blytt her opdaget, at mange av de lavlandsplanter, der i det sydlige Norge synes at sky de aapne havkyster paa vestlandet, trives bedre paa øene utenfor Ranenfjorden end i de indre fjordegne. En stor del av disse fandtes her særlig paa skiferfeltene og de lavere aaser av kalksten, der mangesteds stikker frem i det forholdsvis lave, for størstedelen av torvmyr dækkede forland, der ligger ved foten av de høiere fjeldpartier, der som oftest bestaar av haardere gneis- og granitagtige bergarter. Paa disse kalkaaser fandtes en mængde sydlige planter, som man ellers forgjæves vilde søke i disse trakter, særlig forholdsvis mange orchidéer. Endvidere bemerkedes, at der sammen med disse sydligere planter paa kalken og glimmerskiferne ofte optraadte like ned til soen i mængde flere fjeldplanter, der oftest manglet paa de lyngklædte granitklipper, saaledes særlig *Carex rupestris*, *Salix reticulata*, *Silene acaulis*, *Draba incana*, *Thalictrum alpinum*, *Saxifraga oppositifolia*, *Dryas octopetala*, *Primula scotica* og *Erigeron borealis*. Ogsaa i de indre trakter forefandtes i de nedre, oftest tildels av granskog dækkede lier, særlig paa solsiden, paa kalken og glimmerskiferen flere sydlige planter, medens fjeldplanterne her endog paa kalken gik langt sjeldnere ned i lavlandet end paa de skogløse kalkberg ute ved havet. Men særlig ovenfor skoggrensen

¹ Bidrag til Kundskaben om Vegetationen i den lidt syd for og under Polarcirkelen liggende Del av Norge (Chr.ia Vidensk.-Selsk. Fhdlgr. 1871, s. 124 flg.). Omfatter ogsaa *Characeae* (bestemte av dr. Nordstedt) og *Musci frondosi* (bestemmelserne kontrollert av lector J. E. Zetterstedt).

optræder paa kalken og de løsere skifere en meget artrig fjeldflora, og av dennes planter er der flere, der kun optræder paa marmor- og skiferformationen. A. Blytt regner derfor fjeldfloraen i Lerskar- og Dunderlandsdalen blandt sine kolonier av »kontinentale arktiske« planter (Dryasformationen), og de fleste av de herhen hørende planter var ei tidligere paavist mellem Dovre og Ranen¹.

Men det mellemliggende parti, navnlig den sydligste del av Nordland og den nordligste del av Nordre Trondhjems amt, var hittil meget litet undersøkt i botanisk henseende.

Paa sine reiser for at undersøke vegetationen i det arktiske Norge benyttet J. M. NORMAN de tider av aaret, der ei egnet sig til disse undersøkelser, særlig forsommeren og undtagelsesvis ogsaa høsten til undersøkelser av floraen mellem Polarkredsen og Trondhjemsfjorden. Særlig var det den ytre kyststrækning, han undersøkte, saaledes i Nordland: Brønnøy, Vega, Alsten (Alstahaug) samt dele av fjordtrakterne i Bindalen, Velfjorden og Vefsen. Sidste sted var det særlig paa følgende steder, han botaniserte: Oifjeld, Kulstadaas, Dolstadaas, Andaas, Alsgaard og ved Bjørnaavand. Sine undersøkelser har han offentliggjort i to avhandlinger i Archiv f. Mathem. og Naturv., b. 5 (1881) og 8 (1883)². Norman følger her samme princip som i sin arktiske flora, at anføre saavel sjeldnere som almindeligere planters forekomst paa endel over gebetet nogenlunde jevnt fordelte speciallokaliteter. Herved opnaaddes for flere distrikters vedkommende, at man fik en paalidelig og forholdsvis fuldstændig floristisk oversigt særlig over kystvegetationen i trakter, hvor den egentlige vestlandsflora og den arktiske møtes. Av stor interesse er ogsaa Normans bidrag ved de mange nye nordgrænser for planternes forekomst, som de indeholder.

Omtrent samtidig med Normans undersøkelser, aar 1881, botaniserte cand. theol. SIGMUND THORKELSON (= dr. philos. SIG. THOR) i grænse-distrikterne mellem Nordre Trondhjems og Nordlands amter (Kolvereid, Leka og Bindalen) samt i Vefsen og Susendalen i Hatfjeldalen. Særlig var det sidste prestegjeld ganske ukjent i botanisk henseende. De sjeldneste planter, Sig. Thor opdaget, meddeler A. Blytt i »Nye Bidrag til Kundskaben om Karplanternes Udbredelse i Norge« (Chr.ia Vid.-Selsk. Forhdlg. 1882, nr. 1), nemlig: *Chamaecorchis alpina*: Sommerfjeldtop ved

¹ Se Forsøg til en Theori om Indvandringen af Norges Flora, Kristiania 1876, Nyt Mag. f. Naturv., b. 21, s. 285 og 293—94.

² Voxesteder for nogle af den norske Floras Karplanter søndenfor Polarkredsen og Yderligere Bidrag til Kundskaben om Karplanternes Udbredning i det nordenfjeldske Norge søndenfor Polarkredsen.

Mikkelfjord i Susendalen; *Daphne Mezereum* og *Gentiana tenella*: Trallerud i Susendalen; *Galium triflorum*: Vefsen; *Saxifraga stellaris* v. *comosa*: Susenfjeld i Susendalen paa toppen; *Ranunculus nivalis*: Susenfjeld og Sletfjeld i Susendalen; *Draba alpina*: Danningsfjeld i Susendalen; *Braya alpina*: Ravatn i Bjørnaadalen¹; *Rosa cinnamomea*: Susendalen; *Rubus arcticus*: Mikkelfjord i Susendalen; *Astragalus oroboides*: Sletfjeld i Susendalen; *Oxytropis lapponica*: Danningsfjeld i Susendalen.

Det følgende aar (1882) foretok studenterne J. E. THOMLE og THV. ISACHSEN en botanisk reise til Vefsen og Susendalen. Disses vigtigste nye fund meddeler likeledes A. Blytt (Nye Bidrag etc. Chr.ia Vid.-Selsk. Forhdlg. f. 1886 nr. 7), nemlig: *Carex capitata*: Susendal; *Juncus arcticus*: sammesteds; *J. castaneus*: likesaa og øverst i Vefsen; *Luzula Wahlenbergii*: Vefsen; *Convallaria majalis*: Vefsen, »Kløvjenes« (= Kløvjemo?); *Cypripedium Calceolus*: Svenskeli i Susendalen; *Potamogeton filiformis* v. *alpinus*: Susendal; *Salix polaris*: Borgefjeld i Susendalen; *Achillea Ptarmica*: Vefsen, ved veikanter og grøfter ved Alsgaard og Kløvjenes; *Anchusa arvensis*: Vefsen i en aker; *Trollius europæus*: Vefsen, alm., især i fjeldliene; *Nasturtium palustre* og *Barbarea stricta*: Vefsen; *Cardamine silvatica*: Susendal (»en liden form«); *Erysimum cheiranthoides*: Vefsen, i akre; *Viola mirabilis*: Susendal; *Alsine stricta*: Susendal, flere steder; *Hypericum hirsutum*: Mosjøen; *Epilobium davuricum*: Susendal; *Rubus arcticus*: foten av Susenfjeld; *Astragalus oroboides* og *Oxytropis lapponica*: Susendal, teml. alm. Desuten anføres som supplement: *Hypericum hirsutum*; Ravatn i Bjørnaadalen (Thorkelson).

Endel tilføielser til disse plantefund anfører ogsaa A. Blytt i sine Nye Bidrag 1892: *Cystopteris montana*: Øvre Vefsen og Susendal (Thomle); *Botrychium boreale* og *Poa flexuosa*: Hatfjeldsdalen (Thomle); *Triticum violaceum*: Susendalen (Thorkelson); *Carex diandra*: Susendalen (Thomle); *C. acuta*: Vefsen (Thomle); *Daphne Mezereum*: Hatfjeldsdalen og Susendal flere steder til 470 m. (Thomle).

Sammesteds anføres nogle nye voksesteder fra Vefsen fra fiskeriinspektør A. LANDMARK, nemlig *Polypodium Robertianum*: Bjørnaavand og Ravatnet; *Triticum violaceum*: Bjørnaavand; *Cypripedium Calceolus*: Skjerva og Bjørnaavand; *Potamogeton filiformis*: Fustelven; *Sinapis alba*: Vefsen; *Sagina maritima*: utlopet av Skjerva; *Euphrasia Salisburgensis* (benævnt *E. officinalis* ø subulata): Ravatnet; *Hypericum hirsutum*: Bjørnaavand; *Dryas octopetala* f. *argentea* og *Astragalus oroboides*: Ravatnet.

Hertil kan fra Blytts Bidrag f. 1897 nævnes, at LANDMARK, der hyppig paa sine embedsreiser leilighetsvis har botanisert i Vefsen, har fundet

¹ Allerede fundet her 1876 av fiskeriinspektør A. LANDMARK.

Cerastium glomeratum ved Kulstadbunden i Vefsen, samt at han bemærket *Saxifraga granulata* voksende i mængde paa dyrket eng ved Fokstad sammesteds.

Foruten disse har ogsaa amanuensis R. FRIDTZ samlet karplanter og moser paa Alsten, i Vefsen og Mo 1894 (i selskap med cand. real. B. KAALAAS) samt karplanter i Hatfjelddalen 1896. Sine fund fra disse undersøkelser har han ikke publisert, men av hans optegnelser, som han velvilligst har overladt mig til benyttelse, sees han i Vefsen særlig at ha botanisert paa Øifjeld og i Dolstadaasen og i Hatfjelddalen at ha undersøkt fjeldene: Hatten, Nellifjeld, Skindfjeld, Sommerfjeld, Sletfjeld, Susenfjeld samt Laupskarfjeld. Av nye voksesteder for sjeldnere planter skal nævnes: *Asplenium viride* (Hatten, Nellifjeld, Laupskarfjeld), *Catabrosa algida* (Hatten), *Carex rupestris* (Hatten, Nellifjeld (»alm.«), Sommerfjeld), *C. ustulata* (alle de nævnte lokaliteter i Hatfjelddalen), *C. pedata* (Sommerfjeld), *Juncus castaneus* (Trallerud, Sletfjeld), *Luzula Wahlenbergii* (Nellifjeld, Skindfjeld og Susenfjeld), *Gymnadenia albida* (Sletfjeld), *S. myrsinites* og *S. reticulata* (alle de nævnte lokaliteter), *S. polaris* (Sommerfjeld, Sletfjeld og Susenfjeld), *Petasites frigidus* (Nellifjeld, Sletfjeld og Susenfjeld), *Gentiana tenella* (Mikkelfjord og Sletfjeld); *Echinospermum deflexum* (Trallerud), *Veronica saxatilis* (samtlige lokaliteter), *Pedicularis Sceptrum Carolinum* (Trallerud, Sletfjeld), *Primula scotica* (Hatfjelddal, Mikkelfjord i Susendal), *Saxifraga stellaris* v. *comosa* (Skindfjeld), *S. caespitosa* (Skindfjeld, sparsomt), *Thalictrum flavum* (Mikkelfjord), *Ranunculus reptans* (Mikkelfjord, Trallerud, Sletfjeld), *R. nivalis* (Sommerfjeld, Sletfjeld, Susenfjeld), *R. auricomus* (Hatfjelddalen), *Barbarea stricta* (Hatfjelddalen), *Cardamine hirsuta* (Trallerud), *Draba alpina* (Sletfjeld), *D. hirta* (Hatten, Trallerud), *Erysimum hieraciifolium* (mellem Hatfjelddalen og Nerli), *Sagina intermedia* (Hatten, Laupskarfjeld), *Arenaria ciliata* (Sletfjeld), *Viscaria alpina* (Hatten, Nellifjeld, Skindfjeld og Susenfjeld), *Epilobium montanum* (Trallerud), *Dryas octopetala* (Hatten, Nellifjeld, Sommerfjeld, Sletfjeld), *Astragalus alpinus* (Hatten, Mikkelfjord, Trallerud, Susenfjeld), *A. oroboides* (Mikkelfjord, Trallerud, Sletfjeld).

Ved disse undersøkelser var særlig undersøkt Susendalens østside, og her var allerede paavist en stor del av de planter, der utmerker de av A. Blytt undersøkte skifer- og kalkpartier i Lerskar- og Dunderlandsdalen i Ranen. Han hadde rigtignok i sit arbeide over den norske floras indvandring uttalt, at disse kolonier, der særlig optræder, hvor bræer beskytter mot havvinden, mangler mellem Dovre, Tønset og Ranen, men tilføier l. c. s. 293 i en note: »Paa Børgesfjeld findes store Bræer; de Egne, der ligger østom disse, have Skiferbund, og her er der Grund til at vente

en rig Fjeldflora, men disse Egne er endnu ukjendte i botanisk Henseende«. Hans formodning hadde altsaa vist sig at holde stik, men for ogsaa at faa Susendalens vestside med fjeldpartiet Borgefjeld undersøkt var det, at han opfordrede daværende adjunkt i Mosjøen, L. STAV til at søke offentlig stipendium dertil 1896.

Ifølge sin til Universitetet indleverte indberetning hadde Stav til hovedkvarter Sørgaarden paa elvens vestside, der hvor dalforet boier mot øst. Herfra foretokes ekskursjoner langs Grublandselven op i Sommerveiskaret og til Kvalpskarfjeldet. Fra birkebeltets sumpige strøk anføres kun de for saadanne lokaliteter almindelige planter. Nævnes her skal blot noget sjeldnere som *Gymnadenia conopsea*, *Carex ustulata*, *Juncus arcticus*, *Pedicularis Sceptrum Carolinum* og *Thalictrum alpinum*. I vidje- og lavbeltet var der vistnok, ifølge hans indberetning, tildels en meget artrik flora, men den bestod næsten kun av de sedvanlige høifjeldsplanter. *Dryas octopetala* fandtes temmelig sparsomt her og paa en sydligere liggende høide Reinhagaklumpen. Paa sidste sted fandtes ogsaa *Chamaorchis alpina*, *Gymnadenia albida*, *Antennaria alpina* og *Alsine biflora* samt *Ranunculus nivalis*, der ogsaa fandtes paa Sandskarfjeld. Golvertind, der besteges, skildres som meget triviell i botanisk henseende: »Selve toppen, som stikker op av bræen, var fuldstændig blottet for phanerogam vegetation.« Den naar op til 1660 m. Nær Mjølkelvens og Loipskarelvens sammenløp fandtes *Astragalus alpinus* og *A. oroboides*, fra Trallerud nævnes *Achillea Ptarmica*, *Gentiana tenella* og *G. nivalis*, og ved Mikkelfjord omtrent midt i Susendalen fandtes *Rubus arcticus* i mængde. Susenfjeldets vegetation omtales som yderst triviell, og partiet syd for dette mot vestre Tiplingvand skildres som »en ensformig, temmelig tør fjeldslette, tildels græsbundet, men meget fattig paa arter.«¹ Grunden til denne forskjel i vegetationen i fjeldene paa vest- og sydsiden i motsætning til øst- og nordsiden er at søke i det geologiske underlag, idet der paa de sidstnævnte steder er skifer og kalk, medens der i Borgefjeld og Susenfjeld hovedsagelig er granit.

Ved disse undersøkelser var vistnok Susendalens flora godt kjendt, men ellers kjendte man kun litet av Hatfjelddalen, og særlig var partiene omkring Røsvand ganske ukjendt i botanisk henseende. Ogsaa fra den ytre kyst hadde man foruten hvad der anføres i Heltzens manuskripter omtrent ikke andre undersøkelser end dem, der var utført av M. N. Blytt paa Alsten og A. Blytt utenfor Ranenfjordens munding. Nævnes fortjener dog endel voksesteder fra Tjøtta og nærliggende øer, der anføres i A.

¹ De vigtigste av Stavs plantefund meddeles ogsaa av A. Blytt i hans Bidrag f. 1897.

Blytts Bidrag etc. f. 1892 efter A. LANDMARK, saaledes *Carex pulicaris*, *C. diandra* (Tjøtta), *Polamogeton nitens* (Storvandet paa Tjøtta), *P. filiformis* (i ferskvand sammesteds), *Rumex crispus* (Tjøtta), *Erigeron borealis* (Rødø i havets nivaa), *Gentiana detonsa* (Rødø og Tjøtta), *Aegopodium Podagraria* (Tjøtta i mængde i haver), *Sinapis alba* (Tjøtta), *Berteroa incana* (Tjøtta paa kunstig eng), *Cochlearia anglica* (Rødø), *Viscaria alpina* (Rødø, 30—100 m. o. h.), samt i A. Blytts Bidrag f. 1897: *Glyceria distans* og *Juncus balticus* (Tjøtta), *Lemna minor* (Tjøtta, med blomster) og fra Landmarks herb. *Equisetum variegatum* (Rødø)¹.

I Norges Flora s. 1135 angives *Sorbus femina* fra Bærø (rikelig fruktifiserende, A. Jürgensen ifølge Schübeler) og s. 1255 *Carex paradoxa* (Tjøtta, Collett).

Fra Vefsen anføres i A. Blytts Bidrag f. 1897 efter Landmark *Zanmichellia polycarpa* og *Cerastium glomeratum*.

Fra Mo anføres i A. Blytts Bidrag f. 1897 efter B. Kaalaas: *Lactuca muralis* (kalkurer ved Hammernes ved Langvand 100 m. o. h.) og *Astragalus frigidus* (Haukenesfjeld i mængde til 700 m. o. h.).

Da ogsaa kyststrækningen fra Trondhjemsfjorden til Nordlands grænse var forholdsvis litet undersøgt, foretog adjunkt O. A. HOFFSTAD efter A. Blytts opfordring botaniske undersøkelser i disse egne. Resultaterne av disse undersøkelser, hvortil han havde understøttelse av universitetets stipendier, er offentliggjort i Nyt Mag. f. Naturv. 1890, b. 37, s. 1—40 under titelen »Vegetationen og floraen paa kysten af Trondhjems stift nordenfor Trondhjemsfjorden«. Ogsaa paa dette i botanisk henseende temmelig trivielle strøk er floraen interessantest paa kalken. Paa denne optræder saaledes: *Asplenium Trichomanes*, *A. viride*, *Allium oleraceum*, *Ulmus montana*, *Cardamine impatiens*, *Hypericum hirsutum*, altsaa en flora, der ganske svarer til den, der optræder paa dette underlag paa Helgelandskysten. Likesom Normans ovenfor anførte arbejder er ogsaa dette arbeide av vigtighed paa grund av de der anførte nordgrænser for flere planters forekomst. Disse nordgrænser er for Nordre Trondhjems amts vedkommende blit revideret av THEKLA RESVOLL under behandlingen av vegetationen i dette amt i »Norges land og folk«.

For at supplere disse undersøkelser foretog jeg aarene 1908—10 botaniske undersøkelser i S. og N. Helgeland saavel ute paa øene som paa fastlandet, paa flere steder like ind til riksgrænsen. I alle disse aar havde jeg understøttelse av universitetets stipendier. Følgende større og mindre

¹ Desuten findes i Landmarks herb. flere Hieracia, navnlig fra Sandnessjøen paa Alsten, fra Hemnes og Bronnøy.

øer undersøktes: Alsten, Offersø, Tjøtta, Trolandet, Bæro, Husvær, Skaalvær, Alteren, Tenna, N. Hero, S. Hero, Indre og Ytre Øksningen, Donna, Slapo, Vandved, øer i Aasvær, Tomma, Lovunden, N. Solvær, Luro, Stigen og Alderen samt øer i Trænen, Dørvær og Selvær.

Av fastlandet undersøktes særlig: Vefsen-Hattfjelddalen, trakterne ved Umbugten fjeldstue i Mo, dele av Korgen, Mosjoen-Elsfjorden, Meisfjorden-Leirfjorden, trakter syd for Svartisen i Mo, Sjonen, fastlandet mot Aldersundet.

De av A. Blytt undersøkte trakter fandt jeg ialfald foreløbig at burde forbigaa for hellere at besøke andre mindre kjendte egne. For at faa en samlet oversigt over det hele distrikt medtages dog ogsaa de vigtigste av dennes undersøkelser likesom ogsaa J. M. Normans undersøkelser i Trænen.

Forut for plantefortegnelsen skal der gives en topografisk-floristisk oversigt over de undersøkte øer og dele av fastlandet¹.

Først ved avslutningen av disse undersøkelser kan der derimot leveres en samlet fremstilling av floraens karakter og sammensætning i hele Helgeland.

¹ Mange oplysninger er her hentet fra A. HELLANDS beskrivelse over Nordlands amt i Norges Land og Folk. Meddelelser om skog- og jordbruksforhold har jeg desuten faat fra agronom R. JUUL, Donnes og Helgelands skogforvaltning. Angaaende de geologiske forhold har jeg faat de fleste oplysninger fra Norges geologiske undersøkelse.

Undersøkelsen av øene.

Alsten

utgjør i det hele 127.7 km.², hvorav den nordvestre del, 40.9 km.², tilhører Stamnes, den sydlige, 66.3 km.², Alstahaug og den nordøstre tredjepart, 20.5 km.², Tjøtta herred. Paa øens nordside gaar der ind en arm av Leirfjorden Botnfjorden i sydvestlig retning i en længde av 8 km. Ellers er kysten kun litet indskaaret av havet: en liten bugt Hellesviken og et par smaa viker, Kvalnesbugten og Aakviken, øst for Botnfjorden samt en bred liten bugt ved Sovik med en trang kile ind til Hellesvik og et par smaa viker ved Alstahaug i øens sydparti. Størstedelen av øens østparti fra Botnfjordens østside til Søvik optages av fjeldpartiet de Syv Søstre, hvis nordøstligste tind Botnkrona er høiest (1066 m.) og sydvestligste lavest, Breitind (rektangelkartets Stortind, 902 m.). Imellem toppene er der paa nordvestsiden temmelig dype botner, der er forbundet med steile rygger, mens de Syv Søstre fra den anden kant, fra Vefsenfjorden av, tar sig ut som en sammenhengende tinderække. De benævnes her ofte Alstindene. Vest for Botnfjorden og Botnelven er der to med myrstrækninger adskilte lave aasrygger, hvorav den østligste, Hoi-aasen med Klubben, naar op til 117 m., den vestligstes høieste partier, Klevaasen og Movikaasen, op til 184 og 158 m. Disse aasers skraaninger er temmelig jevne, mens de Syv Søstres skrenter er meget bratte og optar ganske Botnfjordens østside. I vest for Breitinden fører et skar, Søvikskaret, over til Einangen paa øens østside. I sydvest for dette skar fortsætter de Syv Søstre i nogle lavere fjeldpartier henimot Alstahaug kirke. I den sydøstlige del av øen er der et smalt forland under fjeldkjeden indover til Raknesset. Herfra indtil Kvalnesbugten gaar fjeldsiden brat ned til søen, men nordenfor skraaner den jevnt ned mot Aakviken og den store Jystadmyr. Foruten denne findes der i øens vestparti store myrstrækninger, men av indsoer findes der kun et par smaavand.

I geologisk henseende bestaar hele de Syv Søstres fjeldkjede av granit; derimot dannes det lavere forland av skifer, tildels med mægtige lag av kalksten og marmor, saaledes i nordostpartiet mellem Stamnes kirke og Horvnesodden, langs bugten mellem Sovik og Skjeggnes, mel-

lem Jystad og Aakvik paa nordøstsiden samt i det sydlige forland mellem Raknesset og Skei.

Jordsmonnet bestaar av sand, sandblandet ler og myr. Det dyrkede land ligger paa skifer- og kalkstenfeltet, saaledes paa den nordvestre side til bunden av Botnfjorden samt ved Hellesviken og Sundet i Stamnes herred, rundt Søvikvaagen og i det særdeles frugtbare parti mellem Skei og Hammes i Alstahaug og paa strandflaten nordover fra Kvalnes i Tjøtta herred. Flere av de store myrstrækninger lar sig dog opdyrke, f. eks. Sørramyrene ved bunden av Botnfjorden og stroket nord for Sovik. Saavel byg som havre lar sig dyrke, og akrene er ei særlig utsat for frost, men akerbruket staar dog i det hele tilbake, væsentlig paa grund av den lange og kolde vaar med de vedholdende nordenvinde og den korte, oftest taakete sommer, der kun kan regnes fra midten av juni til slutningen av august. Fjeldbeiter findes ikke. Til havnegang brukes endel av de utenfor liggende smaaøer, likesom myrene i det hele avgir rikelig beite.

Skog findes der litt av paa fjeldsiderne, saaledes paa den vestre side av de Syv Sostre, i aasene paa odden vest for Botnfjorden samt paa sydostskraaningene fra Skei til Raknesset. Kun faa gaarder har ved nok til behovet; mest brukes derfor torv til brændsel. Skogene bestaar væsentlig av birk (birkegrænsen i Stamnes op til 270 m. iflg. Helland), desuten litt furuskog ved Dalen i Alstahaug (ca. 400 maal iflg. agronom R. Juul), samt or, asp, selje, rogn og hæg. Særlig bør nævnes forekomsten av hassel, alm og litt asal ved Skei og Hammes. Disse gaarder, der er de frugtbareste paa øen, er godt skikket til skogkultur, og saadan har med held været drevet paa Hammes.

Floraen paa Alsten kjendtes tidligere væsentlig gjennem M. N. Blytts undersøkelser, særlig i den sydlige del av øen, 1841¹. Selv bota-

¹ Sml. s. 6 ovenfor. Desuten anføres hos Heltzen, ogsaa i hans manuskripter fra tiden for Blytts besøk, flere planter fra øen, saaledes i den illustrerte Helgeland flora (1828—33): *Statice Armeria*, *Convallaria majalis* (Skei), *Fraxinus excelsior* (Alstahaug prestegaards have og ved Belsvaag), *Mertensia maritima* (Alstahaug), *Knautia arvensis*, *Arctostaphylos alpina*, *Euphorbia Helioscopia* (Alstahaug), *Linaria vulgaris* (Alstahaug ved stranden), *Fumaria officinalis* (ved veien mellem Alstahaug og Belsvaag), *Hypericum perforatum* (Skei), *Corylus Avellana* (Skei, undertiden med moden frugt), *Sorbus femina* („indplantet i haven paa Alstahaug prestegaard, hvor det ei vilde trives, dets rette voksested skulde være nogle [øer] i Tioto fjerding“. Nu findes her et gammelt stort træ av *S. scandica*).

I Nomenclator til Helgeland floraen anføres vistnok M. N. Blytt og Moc som kilde for de fleste angivelser fra øen, men desuten en del almindelige planter, der maaske er samlet av Heltzen selv. *Asperula odorata* anføres kun som voksende som ukrudt i haven paa Alstahaug, ikke for Skei.

niserte jeg her $^{30}/_6$ — $^2/_7$ 1908 og 29 — $^{30}/_6$ 1909 i den nordligste del av øen og paa strandflaten indtil Stokka, undersøkte særlig skogpartiet ved Skei $^{16}/_7$ og $^{27}/_8$ 1908, foretok undersøkelser mellem Søvik og Skjeggnes samt i Søvikskaret 1 — $^2/_7$ 1909 og besteg Breitinden fra Søvik av $^3/_7$ 1910.

Strandvegetationen. Strækningen paa øens vestside har en temmelig utpræget strandvegetation, dels sumpig strandeng, hvori de ovenforliggende myrer jevnt gaar over, dels sandstrand. Det samme er ogsaa for en stor del tilfældet paa sydvestsiden. Av egentlige strandplanter kan anføres: *Triglochin maritima*, *Agrostis stolonifera*, *Avena elatior*, *Atropis maritima*, *Elymus arenarius*, *Carex incurva* (med **arctica*), *C. glareosa*, *C. norvegica*, *C. maritima*, *C. salina* (flere former), *Scirpus uniglumis*, *S. rufus*, *Juncus compressus* **Gerardi*, *Atriplex hastatum*, *Salicornia herbacea*, *Annadenia peploides*, *Stellaria crassifolia*, *Silene maritima*, *Cochlearia officinalis*, *Cakile maritima*, *Ligusticum scoticum*, *Archangelica littoralis*, *Glaux maritima*, *Statice Armeria*, *Gentiana aurea*, *Mertensia maritima*, *Plantago maritima*.

Hertil kommer følgende, som nordpaa særlig forekommer paa strandkanter: *Catabrosa aquatica*, *Carex Oederi*, *Juncus balticus*, *Atriplex patulum*, *Sagina nodosa*, *Potentilla Anserina*, *Gentiana Amarella*, *Myosotis caespitosa*, *Galium Aparine*, *Sonchus arvensis* samt ifølge M. N. Blytt *Ophioglossum vulgatum*.

Av almindelige ugræsplanter forekommer paa strandkantene almindelig: *Triticum repens*, *Poa annua*, *Urtica dioica*, *Polygonum aviculare*, *Stellaria media*, *Ranunculus repens*, *Capsella Bursa pastoris*, *Galeopsis Tetralit*, *Galium Aparine*, *Matricaria inodora*, *Senecio vulgaris*.

Paa strandflaten optræder ogsaa ofte flere planter fra de ovenfor liggende myrer, saaledes: *Selaginella selaginoides*, *Triglochin palustris*, *Hierochloa odorata*, *Alopecurus geniculatus*, *Calamagrostis neglecta*, *Molinia coerulea*, *Carex dioica*, *C. pulicaris*, *C. pauciflora*, *C. chordorrhiza*, *C. canescens*, *C. Goodenoughii*, *C. flava*, *C. Hornschuchiana*, *C. Hornschuchiana* × *C. Oederi*, *C. panicea*, *C. limosa*, *C. irrigua*, *C. capillaris*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Scirpus pauciflorus*, *S. caespitosus*, *Eriophorum alpinum*, *E. vaginatum*, *E. latifolium*, *E. angustifolium*, *Juncus conglomeratus*, *J. filiformis*, *J. lamprocarpus*, *Narthecium ossifragum*, *Tofieldia palustris*, *Orchis maculatus*, *Orchis cordiger*, *Myrica Gale*, *Montia fontana*, *Lychnis Flos cuculi*, *Caltha palustris*, *Cardamine pratensis*, *Drosera rotundifolia*, *D. longifolia*, *Rubus Chamaemorus*, *Potentilla erecta*, *Viola palustris*, *Epilobium palustre*, *Angelica silvestris*, *Vaccinium Myrtillus*, *V. uliginosum*, *Menyanthes trifoliata*,

Pedicularis palustris, *Pinguicula vulgaris*, *Galium palustre*, *Cirsium palustre*, *Crepis paludosa*.

Fra strandsumpene kan anføres: *Potamogeton filiformis*, *Sparganium spec.*, *Juncus supinus* (f. *fluitans* Bl.), *Ranunculus aquatilis* (coll.), *R. reptans*, *Callitriche verna*, *Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum alterniflorum* samt *Equisetum palustre*.

Paa tør, oftest sandig bund findes ogsaa ofte nær stranden *Botrychium Lunaria*, *Carex glauca*, *Juncus balticus*, *Vicia Cracca* samt paa lerbund *Tussilago Farfara* og *Equisetum arvense* (forma). Paa strandflaten optræder desuten flere engplanter samt endel av skiferens og kalkbergene planter samt ikke saa faa fjeldplanter.

Av de almindeligst forekommende engplanter skal nævnes: *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis vulgaris*, *A. canina*, *Aira caespitosa*, *A. flexuosa*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *F. ovina*, *Rumex Acetosa*, *R. Acetosella*, *Stellaria graminea*, *Lychnis Flos cuculi*, *Melandrium silvestre*, *Ranunculus acer*, *R. repens*, *R. auricomus*, *Ulmaria pentapetala*, *Geum rivale*, *Alchemilla vulgaris* (coll.), *Lotus corniculatus*, *Lathyrus pratensis*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Geranium sylvaticum*, *Carum Carvi*, *Anthriscus sylvestris*, *Veronica serpyllifolia*, *V. Chamædryas*, *Euphrasia officinalis* (coll.), *Melampyrum pratense*, *Alectorolophus minor*, *Plantago lanceolata*, *Knautia arvensis*, *Succisa pratensis*, *Campanula rotundifolia*, *Solidago Virga aurea*, *Antennaria dioica*, *Achillea millefolium*, *Leontodon autumnalis* samt en mængde *Hieracia*. Blandt disse blander der sig nemlig ogsaa flere fra de omgivende krat og skogenger (endel av de ovenfor nævnte og f. eks. flere bregner), fra myrene, skifer- og kalkbergene samt ikke saa faa fjeldplanter.

Av de vigtigste træer og større busker skal nævnes: *Salix glauca*, *S. lapponum*, *S. caprea*, *S. aurita*, *S. pentandra*, *S. nigricans*, *Populus tremula*, *Betula pubescens*, *B. nana*, *Alnus incana*, *Sorbus Aucuparia*, *Prunus Padus*. Ogsaa disse gaar ofte ned til strandflaten.

Av de for birke- og vidjekrattene almindelige planter skal anføres: *Pteridium aquilinum*, *Athyrium filix femina*, *Phegopteris Dryopteris*, *Ph. polypodioides*, *Aspidium filix mas*, *A. spinulosum* med *v. dilatatum*, *Equisetum silvaticum*, *E. pratense*, *Aira caespitosa*, *A. flexuosa*, *Molinia coerulea*, *Melica nutans*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *P. nemoralis*, *Milium effusum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Phleum alpinum*, *Agrostis vulgaris*, *Calamagrostis purpurea*, *Carex Buxbaumii*, *C. atrata*, *C. vaginata*, *Luzula pilosa*, *L. campestris* med **multiflora*, *Polygonatum verticillatum*, *Paris quadrifolia*, *Listera cordata*, *Rumex Acetosa*, *Stellaria nemorum*, *S. longifolia*, *Melandrium silvestre*, *Ranunculus acer*, *Trollius*

europaeus, *Aconitum septentrionale*, *Ulmaria pentapetala*, *Geum rivale*, *Alchemilla vulgaris* (coll.), *Geranium sylvaticum*, *Viola canina*, *V. biflora*, *Epilobium angustifolium*, *Pyrola minor*, *P. rotundifolia*, *P. secunda*, *Trientalis europaea*, *Myosotis sylvatica*, *Euphrasia officinalis* (coll.), *Melampyrum pratense*, *M. sylvaticum*, *Galium palustre*, *Linnaea borealis*, *Valeriana excelsa*, *Campanula latifolia*, *C. rotundifolia*, *Solidago Virga aurea*, *Cirsium heterophyllum*, *Leontodon autumnalis*, *Mulgedium alpinum*, *Crepis paludosa*, *Taraxacum officinale* (coll.), *Hieracia*.

Dette er saaledes den flora, der væsentlig hersker i birkekrattet ved Breitindens fot, sterkt opblandet forresten med triviell myrvegetation, der gaar langt opad liene. Blandt denne vegetation optræder ogsaa kystplanter som *Aspidium montanum*, *Blechnum Spicant* og *Narthecium ossifragum*. Urene opover mot Breitindens top (902 m. o. h.) har kun en meget sparsom vegetation av de almindeligste og mest haardføre fjeldplanter, hvorav skal nævnes: *Lycopodium alpinum*, *L. Selago*, *Cryptogramma crispa*, *Aira alpina*, *Carex atrata*, *C. Persoonii*, *C. rigida*, *Tofieldia palustris*, *Juncus trifidus*, *J. biglumis*, *Luzula spicata*, *L. arcuata*, *L. Wahlenbergii* (sparsomt nær toppen), *Cerastium alpinum*, *Cardamine bellidifolia*, *Arabis alpina*, *Saxifraga stellaris*, *Viola biflora*, *Veronica alpina*, *Azalea procumbens*, *Arctostaphylos alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Diapensia lapponica*, *Gnaphalium supinum* og *Hieracium alpinum*. Hertil kan efter M. N. Blytt føies: *Antennaria alpina*, der vel er fundet i denne fjeldkjede¹.

Langt interessantere og artrikere er derimot vegetationen, hvor underlaget er skifer og kalk. Her optræder nemlig endel sydlige planter og ellers forholdsvis sjeldne fjeldplanter.

Av de første skal nævnes: *Asplenium Trichomanes*, *A. Ruta muraria*, *A. septentrionale* (M. N. Blytt), *Woodsia ilvensis*, *Avena pubescens*, *A. pratensis*, *Carex ornithopus*, *C. digitata*, *Allium oleraceum*, *Orchis masculus*, *Gymnadenia conopsea*, *Listera ovata*, *Epipactis atrorubens*, *Arenaria serpyllifolia*, *Moehringia trinervia*, *Actaea spicata*, *Thalictrum flavum*, *Arabis hirsuta*, *Erysimum hieraciifolium*, *Sedum acre*, *Potentilla argentea*, *Rosa glauca*, *R. cinnamomea*, *R. mollis*, *Alchemilla *pubescens*, *A. *vestita*, *Anthyllis Vulneraria*, *Geranium Robertianum*, *Viola mirabilis*, *V. Riviniana*, *Hippophaes rhamnoides*, *Epilobium collinum*, *Polygala vulgare*, *Hypericum hirsutum*, (*Polemonium coeruleum*), *Scrophularia nodosa*, *Linaria vulgaris*,

¹ Smlgn. ovenfor s. 7, hvor der anføres endel fjeldplanter, som M. N. Blytt iflg. Heltzen skal ha samlet paa de Syv Søstre.

Veronica Chamædrys, *Plantago media* (M. N. Blytt), *P. lanceolata*, *Knautia arvensis*, *Valeriana officinalis* (vera)¹.

Av fjeldplanter, der særlig optræder paa kalk og skifer, skal nævnes fra lavlandet: *Asplenium viride*, *Woodsia alpina*, *Aspidium Lonchitis*, *Equisetum variegatum*, *E. scirpoides*, *Carex rupestris*, *Juncus castaneus*, *Gymnadenia albida*, *Salix myrsinites*, *S. reticulata*, *Arenaria ciliata*, *Thalictrum alpinum*, *Draba hirta*, *Saxifraga Cotyledon*, *S. caespitosa*, *S. oppositifolia*, *S. nivalis*, *S. aizoides*, *Dryas octopetala*, *Astragalus alpinus*, *Veronica fruticans*, *Primula scotica*, *Erigeron borealis*, *Hieracium hyperboreum*.

Ogsaa andre fjeldplanter gaar ned i lavlandet, ofte like ned til soen, saaledes: *Trisetum spicatum*, *Juncus triglumis*, *J. trifidus* (M. N. Blytt), *J. alpinus*, *Tofieldia palustris*, *Coeloglossum viride*, *Salix hastata*, *S. phyllifolia*, *S. glauca*, *S. lapponum*, *S. lanata* (M. N. Blytt), *S. herbacea*, *Betula nana*, *Oxyria digyna*, *Polygonum viviparum*, *Cerastium alpinum*, *C. trigynum*, *Silene acaulis*, *Stellaria alpestris* (= *alpestris* × *longifolia*), *Draba incana*, *Rhodiola rosea*, *Saxifraga stellaris*, *Alchemilla alpina*, *Viola biflora*, *Epilobium alsinifolium*, *E. Hornemannii* (= *E. alpinum* Bl.), *Azalea procumbens*, *Arctostaphylos alpina*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Bartschia alpina*, *Saussurea alpina*.

Den interessanteste flora optræder paa kalken henimot Horvnesodden (her blandt andet *Hippophaes* og *Arenaria ciliata*), ved Husmo mellem Sandnessjøen og Søvik (her f. eks. *Asplenium Ruta muraria*, *Epipactis atrorubens*), mellem Hellesvik og Skjeggnes (med blandt andet *Dryas*, *Veronica fruticans*, *Salix reticulata*, *Gymnadenia albida*, *Arenaria ciliata*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Hieracium hyperboreum*, *Asplenium Trichomanes*) samt i partiet mellem Søvikskaret og Skei paa øens sydøstside. Vegetationen her fortjener en særlig omtale. Dalbunden i skaret er i begyndelsen temmelig myrlændt; her bemerkedes blandt andet *Blechnum Spicant*, *Eriophorum latifolium* og *Narthecium ossifragum*. I liene under fjeldet paa østsiden var der en særdeles frodig subarktisk vegetation, hvoriblandt ogsaa *Equisetum hiemale*, *Aspidium Lonchitis* samt av sydligere planter: *Thalictrum flavum*, *Actaea spicata*, *Lathyrus vernus*, *Viola mirabilis* og *Hypericum hirsutum*. I krattet ned mot Einangen saaes flere træer av *Sorbus fennica* og smaa krat av *Corylus Avellana* og sammen med disse de sidstnævnte 5 planter samt *Orchis masculus* og *Cardamine hirsuta*. Paa kalkklipperne saaes *Asplenium Ruta muraria*, *A. Trichomanes*

¹ Desuten kan særlig mærkes *Verbascum nigrum* og *Centaurea Scabiosa*, som Heltzen anfører, at M. N. Blytt har samlet paa Alsten (smign. s. 7 ovfr.).

og *A. viride*, *Equisetum variegatum*, *Carex digitata*, *C. ornithopus* og *C. rupestris*, *Veronica fruticans*, *Salix reticulata* samt *Dryas octopetala*. Den sidste optræder ogsaa enkelte steder i mængde i selve skaret.

Endnu interessantere blir dog vegetationen opunder fjeldet ovenfor Skei. Her er der tætte krat av *Corylus Avellana*, *Ulmus montana* og *Viburnum Opulus*, hvoriblandt ogsaa spredt *Sorbus fennica* og et par mindre træer av *Pyrus Malus*. Iblandt de planter, der danner undergrunden, bemerkedes i mængde *Asperula odorata*, *Circaea alpina* samt *Mercurialis perennis*. Fra krattene og urene skal desuten særlig nævnes: *Lactuca muralis*, *Lapsana communis*, *Lappa minor*, *Tanacetum vulgare*, *Campanula latifolia*, *Scrophularia nodosa*, *Stachys sylvaticus*, *Viola mirabilis*, *Hypericum hirsutum*, *H. perforatum*¹, *Geranium Robertianum*, *Vicia silvatica*, *V. sepium*, *Lathyrus vernus*, *Rosa cinnamomea*, *R. mollis* (med f. *glabrata*), *R. glauca*, *Geum urbanum*, *G. intermedium*, *Erysimum hieracifolium*, *Arabis hirsuta*, *Thalictrum flavum*, *Ranunculus Ficaria*, *Aconitum septentrionale*, *Actaea spicata*, *Mochringia trinervia*, *Epipactis atrorubens*, *Convallaria majalis*, *Paris quadrifolia*, *Polygonatum verticillatum*, *Carex ornithopus*, *C. digitata*, *Triticum caninum*, *Poa nemoralis* (formae), *Avena pubescens*, *Calamagrostis Epigeios*, *Onoclea Struthopteris*, *Aspidium Lonchitis* — foruten de fleste av de planter, der ellers optræder i skogliene. I dette parti har rimeligvis ogsaa M. N. Blytt fundet *Adoxa Moschatellina*, som han anfører for Alsten. Merkelig er det dog, at han ei anfører *Mercurialis* og flere av de ovenfor nævnte planter, skjönt han nævner *Asperula* og hasselen ved Skei. Vegetationen her virker overraskende til at være paa disse breddegrader. Den tør betegnes som maaske den rikeste paa hele Helgelands kyst. Man føler sig hensat til vore rikeste fjordtrakter paa Vestlandet; ja naar man betrakter undergrunden med *Mercurialis* og *Asperula* og hasselkrattenes og urenes blomsterflor, minder det ikke saa litet om de frodigste trakter ved Kristianiafjorden (f. eks. i Asker). Grunden til denne usedvanlige vegetation er væsentlig at søke i lokalitetens lune beliggenhet, under de Syv Søstres høie mur og de mot solen vendende kalkberg.

Hassel og asal og endel av de nævnte planter fortsætter ogsaa østover i kalkurene til Hammes. Ret over dette og kun adskilt derfra ved et meget smalt og grundt vad ligger

¹ Allerede anført herfra av HELTZEN, se s. 7 ovfr.

Offersøen.

Denne er 6.6 km. lang og 2.2 km. bred, men smalner av nordover. Paa øens nordlige smale del er der adskillige kalkpartier, adskilte ved myrland eller granit.

Det geologiske underlag er ellers gneis. Øen er temmelig flat med den største høide 40 km. i det sydøstre parti. Dens sydlige del er delvis opdyrket, men øen er ellers i det hele temmelig myrlændt. I den sydlige del er der endel opdyrket land. I øens midtparti findes litt birkekrat.

Spredt forekommer ogsaa endel vidjearter, saaledes *Salix nigricans*, *S. phyllifolia*, *S. lapponum*, *S. glauca*, *S. hastata*, *S. caprea* og *S. pentandra*.

Av størst interesse er floraen paa kalkbergene. Her forekommer paa enkelte steder *Dryas* i mængde. Sammen med denne optræder *Asplenium viride*, *Aspidium Lonchitis*, *Veronica fruticans*, *Primula scotica*, *Draba incana* og *Erigeron borealis* av fjeldfloraen, og i selskap med disse av sydligere planter *Carex ornithopus*, *C. glauca*, *Avena pubescens*, *Arabis hirsuta*, *Linum catharticum*, *Polygala vulgare*, *Listera ovata*, *Epipactis atrorubens* og *Orchis masculus*.

Denne kalkflora stemmer i det hele med den, man har paa kalken mellem Skei og Hamnes, hvormed Offersø er landfast ved lavvand. Dette er ogsaa tilfældet med Offersø og den like i syd derfor liggende

Tjøtta.

Denne utgjør 11.3 km.². Den er ved en fra nord mot syd gaaende temmelig bred bugt delt i to halvøer, hvorav den østre er indtil 2.2 km. bred og 7 km. lang, den vestre paa det bredeste ei fuldt 1 km. og 5 km. lang. Øen er i det hele lav og myrlændt. Det østlige parti har nogle lave fjeldknauser, hvorav den høieste, øst for kirken, er 74 m.

I geologisk henseende bestaar den østre del av gneis, den lave vestlige er dannet av marine avleiringer. Den dyrkede mark ligger paa den søndre og nordøstre del; særlig er der syd for den omtalte bugt godt eng- og kornland. Av skog findes der litt birkeskog samt endel furu i det nordøstlige parti.

Som store sjeldenheter paa øen kan nævnes nogle faa (ca. 12) om-trent mandshøie grantrær nær Valen paa østpartiet samt ei langt derfra i gaarden Tjøttas utmark et par hasselbusker og spredt sammesteds nogle asaltrær.

Paa grund av de geologiske forhold er vegetationen i det hele temmelig triviell, bestaaende av den sedvanlige strand-, myr- og engvegetation.

Strandvegetationen var ved mit besøk $2\frac{3}{7}$ 1909 i det hele litet utviklet, særlig ved planter som *Atriplices*, *Carices* og *Gentianæ*. Av sidste slegt saaes litet fremkomne eksemplarer av *Gentiana aurea* og *G. Amarella*, men A. LANDMARK har $27\frac{1}{8}$ 87 paa nordsiden av kjosen nede ved stranden fundet *G. detonsa*. Ellers saaes ingen utenfor de for Alsten anførte strandplanter.

Interessantere er vistnok vegetationen i og ved vandene. I Storvandet nær Prestegaarden findes saaledes: *Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Sparganium affine* (? litet utviklet), *Potamogeton alpinus*, *P. filiformis* og *P. nitens* (ifølge Landmark) samt den paa disse kanter sjeldne *Lemna minor*, der endog er fundet blomstrende her av Landmark. Paa myrene er de forskjellige *Carices* meget talrik repræsenteret. Særskilt skal anføres, at ved vandbredder henimot nordvestspidsen fandtes *Carex diandra* og *C. paradoxa* i selskap med forskjellige former av *Orchis cruentus*, der ogsaa bemerkedes omtrent midt paa østpartiet sammen med *Eriophorum latifolium* og *Salix myrsinites*. Ellers er der saavel paa Tjøtta som paa Offersø kun sedvanlige myrplanter som: *Blechnum Spicant*, *Selaginella selaginoides*, *Triglochin palustris*, *Hierochloa odorata*, *Alopecurus geniculatus*, *Agrostis canina*, *A. vulgaris*, *Calamagrostis neglecta*, *C. purpurea*, *Molinia coerulea*, *Catabrosa aquatica*, *Carex dioica*, *C. pulicaris*, *C. pauciflora*, *C. chordorrhiza*, *C. leporina*, *C. stellulata*, *C. canescens*, *C. Buxbaumii*, *C. Goodenoughii*, *C. flava*, *C. Oederi*, *C. Hornschuchiana*, *C. fulva* (vistnok kun *C. Hornsch.* \times *Oederi*), *C. panicea*, *C. limosa*, *C. irrigua*, *C. capillaris*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. vesicaria*, *Scirpus caespitosus*, *Eriophorum alpinum*, *E. vaginatum*, *E. angustifolium*, *Juncus filiformis*, *J. lamprocarpus*, *J. alpinus*, *Narthecium ossifragum*, *Tofieldia palustris*, *Orchis maculatus*, *Listera cordata*, *Coralliorrhiza innata*, *Myrica Gale*, *Salices* (især *S. lapponum*, *S. glauca*, *S. nigricans*), *Betula nana*, *Montia fontana*, *Lychnis Flos cuculi*, *Caltha palustris*, *Ranunculus reptans*, *Cardamine pratensis*, *Drosera rotundifolia*, *D. longifolia*, *Parnassia palustris*, *Rubus chamaemorus*, *Comarum palustre*, *Callitriche verna*, *Viola palustris*, *V. epipsila*, *Epilobium palustre*, *E. Hornemanni*, *Cornus suecica*, *Vaccinium uliginosum*, *V. Oxycoccus* **microcarpum*, *Calluna vulgaris*, *Menyanthes trifoliata*, *Euphrasia officinalis* (coll.), *Pedicularis palustris*, *Pinguicula vulgaris*, *Galium palustre*, *G. uliginosum*, *Crepis paludosa*.

I strandsumpene og torvgravene saaes især: *Potamogeton filiformis*, *Sparganium submuticum* (?), *Catabrosa aquatica*, *Juncus supinus*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus reptans* og *R. aquatilis* (formae).

Paa den tørre sandjord saaes blandt andet *Carex glauca*, *Juncus balticus*, *Alchemilla *vestita*, *Draba incana*, *Polygala vulgare*, *Vicia Cracca* og *Linaria vulgaris*. Disse gaar ogsaa ned i strandbeltet.

I klipperifter saaes *Epilobium collinum* og under fjeldet nær kirken *Carex atrata* og *Erigeron borealis*. Men ellers er floraen paa Tjotta og den sydlige del av Offersøen temmelig triviell, mangler omtrent ganske de planter, der utmerker glimmerskifer- og marmorformationen¹.

Dernæst skal omtales de i øst for Tjotta liggende øer Trolandet og Bæro.

Trolandet.

Denne ø, hvis nordre del benævnes Rødøen og søndre Løvøen, er i det hele 7 km. lang. Medens Rødøen paa det bredeste er 3 km., er Løvøen kun 1,5 km.

De geologiske forhold er her meget avvekslende. Løvøen dannes av glimmerskifer og kalksten (den sidste især ved Tro og Halsen); det smale midtparti bestaar mestendels av granit. Men medens Rødøens østside mot Flatøen likesom denne ø tilhører glimmerskifer-marmorformationen, utgjør østsiden et meget utpræget rødbrunt serpentinfelt, der er 4,5 km. langt, hæver sig til en høide av 304 m. og falder meget steilt av mot vest. Løvøen har nogle mindre aasrygger, adskilte ved dyrket eng, hvorav den høieste i den sydlige del naar op til 138 m. Denne del av øen har sit navn av den løvskog, som her findes. Foruten litt birkekrat findes der nemlig særlig paa aasens østskraaning litt hasselkrat samt nogle smukke asaltrær² og efter sigende ogsaa et par almetrær.

Vegetationen paa kalken og skiferen er ret frodig med de for denne formation eiendommelige planter, som *Dryas*, *Salix reticulata*, *Veronica fruticans*, *Primula scotica*, *Draba incana*, *Erigeron borealis* av fjeldplanter og sammen med disse av boreale: *Alchemilla *vestita*, *Polygala vulgare*, *Rosa mollis*, *Anthyllis Vulneraria*, *Arabis hirsuta* og *Linum catharticum*. Særskilt bør nævnes, at der under en fjeldvæg straks syd for Tro fandtes nogle eksemplarer av *Mercurialis perennis*, samt at der sydligst paa Løvønesset er et helt litet krat av indtil mandshøie busker av *Hippophaes rhamnoides*. Nær Aasen omtrent midt paa øen saaes *Thalictrum flavum* og den paa disse kanter saa sjeldne *Hypericum quadrangulum*.

¹ En merkelig angivelse er *Centaurea Scabiosa*, som HELTZEN angiver herfra i mængde.

² Allerede Heltzen anfører asal fra øene i Tjotta.

Rodoens østside har paa kalken og skiferen litt kratskog og i denne som paa Løvøen ret anselige træer av asal og litt hassel. Av bundvegetationen skal her særlig nævnes: *Moehringia trinervia*, *Circaea alpina* (ogsaa paa Løvøen), *Asperula odorata*, *Geranium Robertianum* samt *Lathyrus vernus* og *Campanula latifolia* i krattene.

Paa selve Rødfjeldet var der paa grund av bergartens haarde beskaffenhet en meget sparsom vegetation. Særlig skal nævnes: *Asplenium viride*, *Viscaria alpina*, *Cerastium alpinum* v. *glabratum*, der ofte optræder paa serpentin, samt *Arctostaphylos officinalis*, *Veronica fruticans*, *Saxifraga oppositifolia* og *S. Colyledon* samt nogle *Hieracia*. *Cochlearia officinalis* fandtes like paa fjeldets top sammen med *Poa glauca*.

Dryas fandtes ei paa serpentinen, men ved fjeldets fot paa kalk. *Aconitum* er ei sjelden paa øen.

Strandfloraen, der særlig er fremtrædende paa det smale midtparti mellem Aasen og Østerspollen nær Rødøgaard, stemmer ganske med den paa Tjøtta og Offersø. Ogsaa her, paa Østerspollens vestside, har A. Landmark fundet *Gentiana detonsa*.

Av ugræsfloraen kan anføres, at *Sinapis alba* her som ofte ellers i ødistriktet synes at være almindeligere end *S. arvensis*.

Bærøen

utgjør 1,1 km.² og er en langstrakt, meget smal ø, der ved et smalt sund adskilles fra fastlandet. I den sydlige halvdel er der adskillig skog, især birk samt endel furu paa halvøen mot Aspesundet. Ogsaa her findes, paa den sydligste del, endel vakre asaltrær. Maaske det er disse, der har git øen sit navn. Bærene kaldes i Alstahaug og Tjøtta oftest »Hasselbær«. Floraen i løvskogen stemmer med den fra Løvø-Rødø anførte. Saaledes saaes ogsaa her *Lathyrus vernus*, *Moehringia trinervia*, *Circaea alpina* og *Hypericum hirsutum* samt under den høie aas paa sydpartiet *Mercurialis perennis* i største mængde sammen med *Actaea* og *Epipactis atrorubens*.

Vegetationen paa nordpartiets smale tange er en utpræget kalkflora med *Dryas* som karakterplante. Desuten skal herfra nævnes *Asplenium viride*, *A. Trichomanes*, *Woodsia alpina*, *Aspidium Lonchitis*, *Epipactis atrorubens*, *Orchis masculus*, *Carex rupestris*, *Draba incana*, *Erysimum hieraciifolium*, *Arabis hirsuta*, *Veronica fruticans*, *Erigeron borealis*, *E. acer*, *Hieracium hyperboreum* sammen med *Crepis tectorum* paa kalken.

Vegetationen paa den ret i vest liggende Haltetø er i det hele stemmende med den paa Bærøen, ialfald paa skiferpartiet. Ogsaa her optræder planter som *Dryas*, *Veronica fruticans*, *Salix reticulata*, *Asplenium viride*,

A. Trichomanes og *Woodsia alpina*. Nævnes her ogsaa herfra et par asaltrær samt nogle hasselbusker. Maaske er det de sidste, der har gitt oen dens navn. Hassel benævnes her hatl.

Av de utallige smaaøer øst for Tjøtta og Alsten skal nævnes:

Alteren,

der ligger 2,5 km. ret vest for sydenden av Alsten. Nordpartiet med sin tætte bebyggelse benævnes egentlig Alteren eller Østbo efter de der-værende gaarder, medens sydpartiet benævnes Blomsøen. Det er en langstrakt, paa flere steder meget smal ø, i det hele 12,5 km. lang, hvorav 10 km. hører til Alstahaug, resten til Tjøtta herred. Øen er sterkt indskaaret av dyptgaaende vaager, er i sin nordre del indtil 3 km., men paa midten kun 100 m. bred. Den er meget lav og myrlændt med nogle aaser, der naar op til 24 m. Det geologiske underlag er kalk og skifer. Litt løvskogkrat er der vest og syd for gaarden Altervaagen i øens nordparti og i sydpartiet paa østsiden ved pladsen Ryken.

Øen har ei tidligere været besøkt av nogen botaniker. For særlig at studere strandvegetationen om eftersommeren foretok jeg ²⁵/₈ 1908 en ekskursion langs efter hele øen tilligemed den ved et vad dermed forbundne Slaattero.

Strandvegetationen viste sig i det hele at stemme med den paa Alstens vestkyst. Som nogle av de mest fremtrædende arter skal nævnes: *Ophioglossum vulgatum*, *Atropis maritima*, *A. distans*, *Catabrosa aquatica*, *Carex incurva*, *C. norvegica*, *C. Hornschuchiana*, *C. salina*, *Orchis cruentus*, *Atriplex hastatum*, *A. patulum*, *Sagina nodosa*, *Ammadenia peplodes*, *Stellaria crassifolia*, *Silene maritima*, *Glaux maritima*, *Statice Armeria*, *Gentiana aurea*, *G. Amarella*, *Mertensia maritima*, *Plantago maritima*, *Galium Aparine*, *Aster Tripolium* og *Sonchus arvensis*.

I strandsumpene optræder ogsaa her især: *Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus reptans*, *R. aquatilis*, *Potamogeton filiformis* samt *Sparganium minimum*.

Vegetationen paa kalkaasene var ogsaa ganske stemmende med den fra Alsten anførte. *Dryas* optræder i største mængde saavel paa nord- som midtpartiet. Sammen med den saaes ogsaa her fjeldplanter — som *Thalictrum alpinum*, *Draba incana*, *Silene acaulis*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. aizoides*, *Primula scotica*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Bartschia alpina*, *Veronica fruticans*, *Erigeron borealis*, *Salix reticulata*, *S. herbacea*, *Carex rupestris* — samt sydlige lavlandsplanter som *Woodsia ilvensis*, *Carex ornithopus*, *Listera ovata*, *Platanthera bifolia*, *Arabis hirsuta*, *Arenaria serpylli-*

folia, *Alchemilla* **vestita*, *Anthyllis Vulneraria*, *Linum catharticum*, *Polygala vulgare*, *Gentiana campestris*.

Kratskogen bestod væsentlig av *Betula pubescens*, med iblandet asp, rogn, selje og de almindelige vidjarter. Særlig bør ogsaa herfra nævnes et temmelig stort asaltræ (*Sorbus femina*) paa Slaatterøen samt ved gaarden Blomsø en buskformig ansamling av den eiendommelige *Sorbus*-form, der av A. Blytt blev opdaget paa Tomma og av dr. T. HEDLUND i plantefortegnelsen vil bli beskrevet under navnet *S. lancifolia*. Et skud bar en netop avblomstret blomsterstand.

Skaalvær.

I denne øgruppe, der ligger vest for Alteren og tilhører Tjøtta herred, besøktes selve øen Skaalvær, hvor kapellet ligger. Denne ø er 1.2 km. lang og indtil 0.5 km. bred. Den er temmelig flat, paa sit høieste kun 11 m., tildels noget sumpig og har kun nogle smaa træklynger, særlig av birk. Paa nogle tørre bergknauser nær gaarden fandtes av sjeldnere planter *Briza media* og *Allium oleraceum*. Herfra skal ogsaa være indplantet i haven *Primula veris*. Som ugræs paa plænene der findes *Gagea lutea*. I myrene og krattene var der kun den sedvanlige vegetation, likesaa ved stranden. Av fjeldplanter kan kun nævnes *Coeloglossum viride*, *Viola biflora* og *Erigeron borealis*.

Av de nærliggende talrike smaaøer tilhørende øgruppen Husvær besøktes kun selve øen

Husvær (0,7 km.²) og Prestøen (0,8 km.²).

Disse øer, der tilhører Alstahaug herred, er henholdsvis 35 og 33 m. høie, noget kuperte og dækket av en temmelig ensformig flora. Av vegetationen paa tørre berg kan fra Prestøen nævnes: *Rosa mollis*, *R. glauca*, *Arabis hirsuta*, *Linum catharticum*, *Gentiana campestris* og *Primula scotica* samt fra skraaningene paa Husvær: *Listera ovata*, *Coeloglossum viride*, *Polygonatum verticillatum*, *Carex atrata* og desuten *Linaria vulgaris*, *Primula scotica* og *Salix herbacea*.

Hoiderne er torvdækket og den dyrkbare jord temmelig grund. Endel løvskogkrat findes særlig paa vestsiden av den nordlige del av Husvær, dannet av birk, rogn og litt vidje (særlig *Salix caprea*, *S. aurita*).

Rent idyllisk i disse nøkne omgivelser virker derimot den like ved Husvær liggende lille Sauø. Denne er nemlig omtrent ganske skogklædt, særlig av birk, rogn, asp og selje (hvorav særlig et par ret anselige træer av *Salix caprea* falder i øinene). Dermed følger ogsaa litt variation i lyngvegetationens ensformighet. Navnlig kan nævnes *Convul-*

laria majalis, *Polygonatum verticillatum* og *Platanthera bifolia*. I det hele er øen rik paa Orchidéer, saaledes foruten den sidstnævnte og den ellers almindelige *Orchis maculatus*: *Orchis masculus*, *Epipactis atrorubens*, *Coeloglossum viride* og *Coralliorrhiza innata*. Endvidere fortjener at nævnes den særlig for kalkbund eiendommelige *Hieracium hyperboreum* samt desuten flere eiendommelige arter av denne slekt.

Derefter skal omtales de nærliggende mindre øer i Herøy pgd.: Tenna, S. Herø, N. Herø, Ytre og Indre Øksningen.

Tenna.

Længden av denne ø fra sydøst til sydvest er 4,5 km. og dens største bredde er 1,5 km. Sydsiden er endel indskaaret av bugter. Øen er omtrent ganske flat med forholdsvis tæt bebyggelse paa nordostsiden, men er ellers temmelig myrlænt og mangler omtrent ganske trær og busker.

Av vegetationen paa de tørre smaaknauser kan nævnes: *Avena pubescens*, *A. pratensis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Rosa glauca*, *Anthyllis Vulneraria*, *Arabis hirsuta*, *Draba incana*, *Linum catharticum*, *Gentiana campestris*, *Primula scotica*, *Bartschia alpina* og *Erigeron borealis*. *Dryas* bemerkedes ikke.

Av strandvegetationen var der litet utenfor det vanlige. Av *Gentiana Amarella* og *G. aurea* saaes ($\frac{30}{6}$ 10) et par blomstrende individer. Ellers fortjener blot at nævnes den paa disse strandkanter temmelig sjeldne *Atriplex litorale* samt *Orchis cruentus*.

Ret i nord for Tenna, kun adskilt derfra ved et smalt sund, ligger

Søndre Herø.

Denne er 6,1 km.², fra nord mot syd 5 km. lang og paa det bredeste 3 km. Den er temmelig lav og myrlænt; dens største høide i nordpartiet naar op til 48 m. Underlaget er dels glimmerskifer og kalk, dels granit. Paa vestsiden av den omtalte aasryg findes litt krat av birk, asp og rogn. Ellers er der paa øen enkeltvis eller smaa klynger av buskformige trær av de nævnte samt vidjearter. Slegten *Salix* er i det hele atrik paa øen. Saaledes bemerkedes: *Salix pentandra*, *S. nigricans*, *S. caprea*, *S. aurita*, *S. glauca*, *S. lapponum* og *S. hastata*.

Strandvegetationen var ved mit besøk $\frac{26}{8}$ og endnu i flor. Særlig skal nævnes den vakre vegetation av *Gentiana detonsa*, *G. aurea* og *G. Amarella*. Ellers skal kun nævnes: *Atropis maritima*, *Carex salina* (formæ), *C. pulicaris*, *C. norvegica*, *Juncus Gerardi*, *Orchis cruentus* (strandeng paa nordvestpartiet Færoen), *Rumex crispus*, *Salicornia herbacea*, *Stellaria crassifolia*, *Spergularia canina* og *Sagina maritima* samt *Ophioglossum vulgatum*.

I strandsumpene fandtes den sedvanlige vegetation av *Potamogeton filiformis*, *Hippuris* og *Myriophyllum alterniflorum* samt *Sparganium minimum*, og myrvegetationen frembød intet, der ei er anført fra de sidstnævnte øer. Nævnes maa blot *Carex paradoxa* i et litet kjern paa Færøen.

Vegetationen paa graniten var yderst tarvelig, medens den paa kalkbergene, der særlig undersøktes $\frac{28}{6}$ og $\frac{1}{7}$ 1910, var temmelig artrik. Herfra skal nævnes: *Avena pubescens*, *Carex ornithopus*, *Orchis masculus*, *Platanthera bifolia*, *Listera ovata*, *Coeloglossum viride*, *Allium oleraceum*, *Arenaria serpyllifolia*, *Draba incana*, *Arabis hirsuta*, *Rosa glauca*, *R. mollis*, *Dryas*, *Anthyllis Vulneraria*, *Saxifraga caespitosa*, *Polygala vulgare*, *Viola canina*, *Linum catharticum*, *Thalictrum alpinum*, *Primula scotica*, *Bartschia alpina*, *Erigeron borealis* samt av bregner: *Cystopteris fragilis*, *Woodsia alpina*, *Asplenium viride* og *A. Trichomanes*.

Desuten kan fra engene nævnes *Heracleum sibiricum*, fra akrene *Cirsium arvense* og fra lyngmarken *Triodia decumbens*.

Paa den lille holme Svinholmen i Herøundet ret over for Prestegaarden var der en av sjøfugl gjødet frodig vegetation, hvoriblandt særlig *Polemonium coeruleum* tiltrak sig opmærksomhet ved sin yppighet og mængde. Her skal ogsaa findes *Gagea lutea*.

Øst for Søndre Herø og kun skilt derfra ved det smale Herøund ligger

Nordre Herø.

Dette er ogsaa en meget lav ø, hvis høieste aas kun naar op til 30 m. Den er indskaaret ved flere mindre bugter, er 7 km. lang og paa sit bredeste 3 km. Ogsaa her findes litt krat, væsentlig av birk som paa S. Herø.

Det geologiske underlag stemmer ogsaa med denne ø. Kalkberg findes især paa vestsiden mot Herøundet mellem Nyheim og Dragnesset. Vegetationen er her som paa S. Herø. Anføres skal: *Botrychium Lunaria*, *Avena pubescens*, *Carex glauca*, *Orchis masculus*, *Thalictrum alpinum*, *Saxifraga oppositifolia*, *Dryas octopetala*, *Rosa glauca*, *Anthyllis Vulneraria*, *Arabis hirsuta*, *Draba incana*, *Linum catharticum*, *Pyrola rotundifolia*, *Gentiana campestris* og *Erigeron borealis*.

Som en merkværdighet, der tiltrak sig befolkningens opmærksomhet, maa omtales et par busker av *Viburnum Opulus* ved Nyheim.

Nær Nord Herøgaard findes *Polemonium coeruleum*, der allerede av Heltzen er anført for øen.

Fra noget fugtige lokaliteter skal av litt sjeldnere planter nævnes *Eriophorum latifolium*, *Orchis cruentus* og *Veronica scutellata* og sammen med disse fjeldplanten *Juncus triglumis*.

I den nordlige del av øen findes et par forholdsvis store vand, Storvandet og Vikvandet. Disses overflate var tildels ganske dækket av *Potamogeton natans* sammen med den sedvanlige vandvegetation av *P. filiformis*, *Ranunculus aquatilis*, *Myriophyllum alterniflorum* og *Hippuris vulgaris*.

Strandvegetationen, der ved mit besøk paa øen $\frac{29}{6}$ 10, var forholdsvis litet utviklet, syntes ganske at stemme med den paa S. Herø. Paa sandgrund, ei blot ved stranden, saaes *Juncus balticus*.

Av smaaøene vest for Herøene besøktes kun Indre Øksningen (1.6 km.²) og Ytre Øksningen (2.0 km.²). Begge disse optages for en stor del av fjeldknauser, men indimellem disse og tildels ved stranden er der temmelig frugtbart land. Disse aaser, der dannes av granit, er meget plantefattige; derimot findes der under fjeldene og tildels paa lavere hauger (av løsere bergarter) en noget rikere flora, hvorav foruten Hieracier kan nævnes: *Allium oleraceum*, *Draba incana*, *Arabis hirsuta*, *Viola canina*, *Rosae*, *Linum catharticum*, *Gentiana campestris* og *Linaria vulgaris*, men av fjeldplanter saaes kun faa, som *Salix herbacea*, *Erigeron borealis* og *Hieracium alpinum*.

Paa myrene optræder som ellers paa øene *Narthecium ossifragum*. Av strandvegetationen skal kun nævnes *Carex salina*, *C. incurva*, *Gentiana aurea* og *Myosotis caespitosa* utenfor de aller almindeligste. De sidstnævnte øer er kun ved et smalt sund skilt fra den store ø

Dønna.

Denne utgjør i det hele 135.4 km.², hvorav den største del, 93.9 km.², tilhører Herøy herred og prestegjeld (S. Helgeland), medens resten, 41.5 km.², tilhører Dønnes herred og sogn (Nesna prestegjeld, N. Helgeland). Øen har en meget uregelmæssig form og er sterkt uttunget ved større eller mindre bugter. Den største bredde mellem Skagalandets nordvestspids og Nordbjørn er 13.5 km., men kort syd herfor mellem Bjørn og Indre Hølen er øen kun 4.5 km. bred og smalner herfra av sydover. Ogsaa i den nordre del av øen er der et par smale eid, saaledes mellem Nordviken og Kjelsnes ved grænsen mellem herredene knapt 3 km., og længere nord ved Gleinsviken er der kun 1.8 km. over til den anden side av øen.

I den sydligste del av øen er der flere hoie fjeldpartier. Hoiest er det temmelig vilde fjeldparti mellem gaardene Hæstad og Aakvik: Teistad-

naveren (695 m.), Hæstادتind (rektangelkartets Dønnestind, 733 m) og Dønmandens topper (838 og 806 m.) samt Aakviktindene. Længere nord ligger Holandslien (282 m.) og Dalsvaagfjeldet (380 m.). Denne temmelig kuperte del av øen begrænses mot nord av et dalføre, der gaar fra Dalsvaagen over Holandsvatn, Holandstrandvatn og Olfotvatn til Hølen, hvis høieste punkt kun er 1 m. over havet, saa sjøen ved flodtid gaar op i vandene. Nord for dette dalføre har øen kun enkelte adskilte fjeldpartier. Merkeligst er fjeldene, der omgiver Nordvikdalen, en 300 m. bred forsækning, der avbrytes av den forrevne fjeldryg Kammene og fortsættes mot den dypt indgaaende Vaagsvaag. Mellem denne og Vikafjorden er der en liten fjeldstrækning, der har meget steile sider saavel mot Nordvikdalen som mot Vaagsvaagen. Dens høieste topper er østligst Nubban (257 m.), vestligere Ørntuen (260 m.) og Skeifjeldet. Paa halvøen paa østsiden av Vaagsvaagen ligger aasen Jøslien (169 m.) og Gulstadtindene (149 og 171 m. høie). Nord for de Nordviken begrænsende fjelde, hvorover herredsgrensene gaar, er der kun nogle lave aaser (herav Titternesaasene 75 m. høie), naar undtages Dønnesfjeld ved Dønnes kapel i den nordligste del av øen. Dette fjeldparti har temmelig steile skrenter mot nordvest, gjennemskjæres av dype gjel og naar en høide av 127 m. Naar undtages fjeldpartiet Dønmanden—Hæstادتinden er der øverst paa fjeldene i regelen et temmelig flatt, myrlænt plateau, medens de som oftest har temmelig steile skrenter og gjennembrytes av større eller mindre kløfter.

Flatlandet er tildels meget myrlænt og opfyldt med smaavand, saaledes særlig paa Skagalandet, halvøen mellem Vikafjorden og Skagafjorden med fortsættelsen Øyvaagen, strøket om vandene i Hæstadmarken og saa godt som hele den Dønnes herred tilhørende del av øen.

De største innsjøer er Holandsvatn, Søndre Straumavatn og Holandstrandvatn, der hver er 1.5 km. lange, samtlige i forsækningen mellem Skagafjorden og Dalsvaagen i Herøy herred. I Dønnes herred er Store Gleinsvatn 2.7 km. langt; det staar i forbindelse med Skeisvatn, der er 1.7 km. langt og gjennem en meget kort elv har avløp til Kjeøsundet. I nordpartiet kan nævnes Storvatn, der er 1.9 km. langt og av en meget uregelmæssig form, og Altervatn, 0.9 km. langt.

De geologiske forhold paa Donna er særlig indgaaende studert av statsgeolog J. REKSTAD¹. Det faste fjeld er dels glimmerskifer og marmorlag med overliggende yngre gneis, dels granit eller porfyrgranit. Glimmerskifer med marmorlag er særlig utbredt i den nordvestlige del av øen,

¹ Beskrivelse til kartbladet Donna (Norges geol. unders. aarb. f. 1904).

nord for den omtalte forsænkning mellem Holen og Dalsvaagen. De vigtigste marmorlag er: et belte nord for denne forsænkning, en dermed parallel aare fra Skaga til Sørviken og fortsættelse derav fra Solgfjeld—Gjesfjord—Gulsnesset, de mægtige lag om Nordviken, over Kammene til Vaagsvaagen og derfra fortsat til Glein. I det nordligste parti er der navnlig kalklag ved Dønnes, saavel under Dønnesfjeld som langs Bruggeviken, ved Storstundet, Nordøyvaagen til Sorøyvaagen.

Ogsaa syd for forsænkningen mellem Holen og Dalsvaagen er der endel mindre kalkfelter, saaledes kalkaarer nord for Straumavandene, ved Nordbjørn og Engesviken paa østsiden og i Dønmandens skraaninger ned mot Hagen paa vestsiden. Gneisformationen utgjør ellers den største del av fjeldpartiet Dønmanden—Hæstadtind likesom mesteparten av denne sydlige del av øen; desuten avbryter den skiferformationen i et belte mellem Gleinsviken og Aakvik (nordre). Av granit (tildels porfyrgranit) findes der smale belter tvers over øen parallelt med gneis-skiferen, særlig fra Dalsvaagen til Breiviken (porfyrgranit), og en del felter, mest porfyrgranit, mellem Gulsnesset syd for Vaagsvaagen og Skagalandets nordvestpynt.

Her kan blot nævnes de merkelige huledannelser ved Aakvik, hvis bund ligger 94 m. o. h. De er utgravet av havet i gneisbergarten. Den største av dem har en længde av ca. 30 m. Mangesteds er der terrasser med gamle strandlinjer ogsaa i det indre av øen, saaledes ved Hildset syd for Vaagsvaagen en strandlinje i fast fjeld 92 m. o. h., gaarden Holand mellem Øyvaagen og Dalsvaagen ligger paa en 30 m. høi terrasse, og i skaret mellem Skar og Einviken nær Søndre Aakvik er der fjæresand med glatruledede stene op til en strandvold 60 m. o. h.

Jordsmonnet er myrjord og paa de dyrkede steder muld med skjælsand. Søndre Aakviks jorder dannes saaledes av ren skjælsand under matjordlaget. Av kornarter dyrkes helst byg, der i regelen modnes og gir forholdsvis pene avlinger. Ogsaa havre dyrkes, men er ikke saa aarviss. Det dyrkbare land ligger især langs strandsiderne, men ogsaa inde i landet i smaa lune dale. Ogsaa de myrlændte strøk kunde opdyrkes og frembyder ialfald mangesteds god beitesmark.

Av skog skal specielt nævnes furuskogen i Hæstadmarken, især i liene ned mot Finbuvand og i Ravnskarlien. Her optræder furuen dels i ren bestand, dels blandet med birk (i det hele ca. 400 maal). Nogle faa grantrær findes ogsaa her. Av løvskog findes der spredt enkelte bestande under fjeldene. Her skal nævnes: ved Søndre Aakvik og Skar, ved Nordviken og Skei, ved Solgfjeld, under Titternesaasene og Dønnesfjeld. Trærne er især birk, spredt forekommer graa-or, selje, asp og rogn. Ved Solgfjeld forekommer der litt hasselkrat, blandet med nogle almetrær, ved

Donnes et par smaa almetrær og hasselbusker, av de første ogsaa et par ved Aakvik.

Tidligere har vistnok størstedelen av Dønna været skogbevokset. Et minde herom er de store træstubber og røtter, der mangesteds findes i torvmyrene.

I botanisk henseende har Dønna tidligere været litet undersøkt. A. BLYTT besøkte den vistnok paa sin ovenfor omtalte reise, men han siger selv derom i sin reiseberetning (l. c. s. 126): »Vor Tid tillod os kun at anvende en Dag paa denne store Øs Undersøgelse, og denne blev derfor meget ufuldstændig«. Efter hans optegnelser og de anførte voksesteder sees, at han fra oen Lokta har sat ret over til Dønna og da særlig besøkt traktene omkring Gjesfjorden og Berfjorden. Specielt fra Dønna nævnes i hans trykte fortegnelse og skriftlige optegnelser følgende: *Asplenium Ruta muraria* (klipperifter mellem Berfjordvand og Gjesfjorden), *A. viride*, *Aspidium Lonchitis*, *Hierochloa odorata*, *Carex rupestris*, *C. chordorrhiza*, *C. rigida* (ned til havet), *C. atrifusca* (1—200 fot), *C. digitata*, *C. ornithopus*, *Polygonatum verticillatum*, *Orchis masculus* (Berfjorden), *Coeloglossum viride*, *Listera cordata*, *Salix reticulata*, *Succisa pratensis*, *Gentiana campestris*, *Mertensia maritima*, *Primula scotica*, *Batrachium trichophyllum* (Berfjorden), *Ammadenia peplodes* (især ved Berfjorden i mængde), *Rosa glauca*, *R. mollis* samt nogle *Hieracia*.

Meget merkelig er prof. R. COLLETT'S fund av *Ceratophyllum demersum* i Altervandet i den nordligste del av Dønna ($2\frac{1}{6}$ 1894), da den ellers kun er kjendt fra den sydøstligste del av vort land (fra Hvaløerne og Porsgrund til Ullensaker).

En liten samling (fra juni 1906) fra Aakvik, samlet av cand. philos. L. STRØMME, har jeg gjennomgaat. Av planter, jeg ei selv har set der, skal nævnes: *Cardamine hirsuta*, *Cerastium arvense* (paa kunstig eng), *Callitriche hamulata* (? ufuldstændig og litt usikkert eksemplar) samt *Carex diandra*(?). Likeledes fra Aakvik har jeg set en liten samling tilhørende frk. ANDREA BECH-HANSEN, hvori av planter, jeg ei selv har set ved Aakvik: *Sorbus femina* (herav skal der være et litet træ), *Primula veris* (paa engen), *Gagea lutea* (bortvisnet, som ellers før min ankomst til Nordland).

Likeledes har jeg gjennomgaat en liten samling fra Donnes' omegn, samlet av frk. VALBORG BAUMANN, hvorav særlig bør nævnes *Draba verna*, det eneste sikre voksested i hele Helgeland.

Selv har jeg ved gjentagne besøk paa oen sat mig forholdsvis noie ind i dens flora ($3-14/7$ 1908, $7-10/7$ og $24-25/8$ 1909, $6-9/7$ og $19-21/8$ 1910).

Paa ekskursionene i juli har jeg særlig studert kalkbergene og krat-skogene, i august derimot strand- og myrvegetationen. Hæstادتind be-steges ^{12/7} 1908 fra Hæstad og ned til Straumavandene, Donnanden fra Hagen ^{10/7} 1910.

Først skal her nævnes kalkbergenes vegetation.

Her forekommer likesom paa Alsten og de ovenfor nævnte mindre oer en meget rik flora, dels saadanne planter, der ellers er sjeldne ute ved kysten (A. Blytts boreale element), dels endel fjeldplanter.

Av de første skal her nævnes: *Polypodium vulgare*, *Asplenium Trichomanes*, *A. Ruta muraria*, *Woodsia ilvensis*, *Phegopteris Robertiana*, *Avena pubescens*, *Carex ornithopus*, *C. digitata*, *Allium oleraceum*, *Orchis masculus*, *Gymnadenia conopsea*, *Epipactis atrorubens*, *Arenaria serpyllifolia*, *Silene rupestris*, *Arabis hirsuta*, *Erysimum hieraciifolium*, *Sedum acre*, *Alchemilla *vestita*, *Anthyllis Vulneraria*, *Geranium Robertianum*, *Linum catharticum*, *Polygala vulgare*, *Epilobium collinum*, *Hippophaes rhamnoides* (Nordviken), *Pyrola rotundifolia*, *Linaria vulgaris*, *Veronica Chamaedrys*, *Galium boreale*, *Valeriana officinalis* (vera), *Erigeron acer*, *Hieracium arctogenum*, *H. hyperboreum*.

Sammen med disse sydligere indlandsplanter forekommer ogsaa paa kalkklippene endel fjeldplanter, der omtrent ganske mangler paa de med lyng og mos dækkede gneis- og granitklipper. Av disse skal især nævnes: *Asplenium viride*, *Woodsia alpina*, *Aspidium Lonchitis*, *Equisetum variegatum*, *Trisetum spicatum*, *Triticum violaceum* (Nordviken), *Carex rupestris*, *C. atrifusca* (ifølge A. Blytt), *Gymnadenia albida* (Nordviken), *Coeloglossum viride*, *Salix hastata*, *S. myrsinites*, *S. reticulata*, *Silene acaulis*, *Cerastium alpinum*, *Thalictrum alpinum*, *Draba incana*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. aizoides*, *Dryas octopetala*, *Primula scotica*, *Gentiana nivalis*, *Veronica fruticans*, *Euphrasia minima*, *E. Salisburgensis*, *Erigeron borealis*.

En av de hyppigst optrædende og for kalken mest karakteristiske er ogsaa her *Dryas*. Ofte gaar den (paa et par steder ogsaa *Salix reticulata*) like ned til stranden, f. eks. i Nordviken, Breiviken, Nordøyvaagen.

Som de paa denne vegetation rikeste felter skal nævnes: Nordviken, Solfjeld, Dønnesfjeld. Paa de to sidste steder optræder dog ikke *Dryas*, der oftest forekommer paa lavere aaser eller paa strandflaten.

I nær forbindelse med denne kalkbergenes flora maa omtales den flora, der optræder i de tørre krat og urer, hvor underlaget er skifer og kalk. Av særlig interesse er her de ovenfor nævnte lokaliteter: Solfjeld (blandt alm og hassel), Dønnesfjeld (alm og hassel sparsomt), Nordviken og tildels Aakvik (litt alm).

Herfra kan nævnes: *Calamagrostis purpurea*, *C. Epigeios*, *Melica nutans*, *Poa nemoralis*, *Triticum caninum*, *Carex muricata* (Dønnesfjeld), *Convallaria majalis*, *Listera ovata*, *Platanthera bifolia*, *Cypripedium Calceolus* (Nordviken iflg. Zahl), *Corylus Avellana*, *Ulmus montana*, *Actaea spicata*, *Moehringia trinervia*, *Cardamine hirsuta* (Aakvik), *Sorbus Aria* **salicifolia* (Nordviken), *Pyrus Malus* (Dønnesfjeld), *Rubus idaeus*, *Geum urbanum*, *Rosa glauca*, *R. mollis*, *Vicia silvatica*, *V. sepium*, *V. Cracca*, *Hypericum hirsutum*, *H. perforatum* (Dønnesfjeld), *Viola mirabilis*, *V. Riviniana*, *Epilobium montanum*, *Calamintha Clinopodium*, *Scrophularia nodosa*, *Gentiana campestris*, *Viburnum Opulus*, *Gnaphalium sylvaticum*, endel *Hieracia* og flere av de for kalkbergene anførte »boreale« planter.

Vegetationen i de fugtige birkeliet under fjeldene var ganske den samme som paa Alsten, dog mangler *Aconitum* og *Aspidium montanum*.

Fjeldfloraen. De høiere fjeldpartier paa Dønna, der, som ovenfor nævnt, dannes av gneis og granit, har en langt fattigere og mere trivial flora end kalkbergene i lavlandet.

Fra Hæstadtinden (op til varden, 733 m. o. h.) skal anføres: *Athyrium alpestre*, *Equisetum arvense* v. *alpestre*, *Lycopodium alpinum*, *L. Selago*, *Nardus stricta*, *Phleum alpinum*, *Agrostis borealis*, *Aira alpina*, *Festuca ovina*, *Carex rigida*, *C. brunnescens*, *C. vaginata*, *Scirpus caespitosus*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Juncus triglumis*, *J. trifidus*, *Luzula spicata*, *Salix herbacea*, *Betula pubescens*, *Oxyria digyna*, *Sagina Linnæi*, *Cerastium alpinum*, *C. trigynum*, *Cardamine bellidifolia*, *Rhodiola rosea*, *Saxifraga stellaris*, *Sibbaldia procumbens*, *Viola biflora*, *Epilobium lactiflorum*, *E. Hornemannii*, *Angelica Archangelica*, *Anthriscus sylvestris*, *Cornus suecica*, *Pyrola minor*, *Azalea procumbens*, *Arctostaphylos alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Diapensia lapponica*, *Vaccinium Myrtillus*, *V. vitis idæa*, *Trientalis europæa*, *Campanula rotundifolia*, *Antennaria dioica*, *Gnaphalium norvegicum*, *G. supinum*, *Saussurea alpina*, *Leontodon autumnalis*, *Mulgedium alpinum*, *Taraxacum croceum*, *Crepis paludosa*, *Hieracium alpinum*.

Denne vegetation kan omtrent betegnes som typisk for de høiere gneis- og granitpartier ute paa øene.

Paa Hæstadtindens skraaning ned mot Finbuvand viser sig derimot nogle av de nævnte skifer- og kalkplanter, saaledes *Dryas octopetala*, *Thalictrum alpinum*, *Salix reticulata*, *Asplenium viride* og *Aspidium Lonchitis*. Denne skifer-kalkflora blir især fremtrædende, naar man kommer ned paa kalkaasene paa nordsiden av Straumavandene og Holandsvandet.

Fra ekskursjonen op paa Dønmanden (høieste top 836 m) kan anføres: Paa skraaningene over birkegrænsen i skaret op for Hagen er

der en forholdsvis rik fjeldflora, saaledes den paa fugtige steder i høifjeldene almindelige vegetation av *Arabis alpina*, *Saxifraga stellaris*, *S. nivalis*, *S. aizoides*, *Veronica alpina* og *Carex atrata*; men især høiere oppe paa kalkholdig underlag viser sig ikke ringe mængder av *Dryas octopetala*, *Salix reticulata*, *Gymnadenia albida*, *Carex rupestris*, *Aspidium Lonchitis* samt *Saxifraga caespitosa*. Høiere oppe blandt urenes stene kommer igjen triviellere planter som *Cryptogramma crispa*, *Cardamine bellidifolia* og overst oppe kun en sparsom vegetation av planter som *Diapensia*, *Azalea*, *Luzula spicata*, *Juncus trifidus*, *Carex rigida*, *Festuca ovina* samt *Lycopodium alpinum* og *L. Selago*.

Endel av de nævnte fjeldplanter, saaledes *Azalea* og *Diapensia*, gaar ogsaa ned paa fjeldpartiene ovenfor Aakvik. Særsilt fortjener at nævnes, at *Viscaria alpina*, der ei bemerkedes paa høifjeldet, optræder paa klipperne ved Aakvik, næsten i havets niveau.

Endelig skal nævnes, at jeg paa en liten eksursion gjennem skaret ved Aakvik ($25/8$ 09) nede i Skars-skaret fandt *Gymnadenia albida*, *Salix reticulata* og *Carex rupestris* og i selskap med disse *Goodyera repens*, som ellers i disse trakter kun kjendes fra Handnesøen.

Myrene. Vegetationen paa disse og i smaavandene er enkelte steder interessant, særlig ved vandene nær Dønnes. Fra Altervandet er saaledes tidligere nævnt *Ceratophyllum demersum*. Desuten skal herfra nævnes *Limna minor* (ogsaa nær Aakvik), *Phragmites communis* (rikelig blomstrende), *Glyceria fluitans* og *Sparganium ramosum* (rikelig fructificerende), der optræder som en grøn indfatning rundt den ene ende av vandet og i de nærliggende grøfter. De to sidstnævnte har her sin nordgrænse.

Av vegetationen ellers paa myrene og i vandene nær Dønnes skal nævnes:

Equisetum palustre, *E. fluviatile*, *Selaginella selaginoides*, *Sparganium subnaticum*, *S. minimum*, *S. affine*, *Potamogeton natans*, *P. alpinus*, *P. perfoliatus*, *P. gramineus*, *P. filiformis*, *Catabrosa aquatica*, *Alopecurus geniculatus*, *Phalaris arundinacea*, *Agrostis vulgaris*, *A. canina*, *Calamagrostis neglecta*, *C. purpurea*, *Molinia coerulea*, *Carex dioica*, *C. pauciflora*, *G. pulicaris*, *C. chordorrhiza*, *C. diandra*, *C. stellulata*, *C. canescens*, *C. Buxbaumii*, *G. Goodenoghii*, *C. flava*, *C. Oederi*, *C. Hornschuchiana*, *C. Hornschuchiana* \times *C. Oederi*, *C. panicea*, *C. limosa*, *C. irrigua*, *C. livida*, *C. capillaris*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Scirpus paluster*, *S. caespitosus*, *Eriophorum latifolium*, *E. angustifolium*, *E. vaginatum*, *E. alpinum*, *Juncus conglomeratus*, *J. filiformis*, *J. lamprocarpus*, *J. alpinus*, *J. supinus*, *Tofieldia palustris*, *Triglochin palustris*, *Orchis maculatus*, *Coralliorrhiza*

innata, *Listera cordata*, *Myrica Gale*, *Salix aurita*, *S. glauca*, *S. lapponum*, *S. nigricans*, *S. pentandra*, *Betula nana*, *B. pubescens*, *Montia fontana*, *Lychnis Flos cuculi*, *Caltha palustris*, *Ranunculus reptans*, *R. hyperboreus*, *R. aquatilis*, *Nymphaea alba* (nær Vardeviken), *Cardamine pratensis*, *Drosera rotundifolia*, *D. longifolia*, *Saxifraga aizoides*, *Parnassia palustris*, *Rubus Chamaemorus*, *Comarum palustre*, *Callitriche verna*, *Viola palustris*, *Epilobium palustre*, *Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Cornus suecica*, *Vaccinium uliginosum*, *V. *microcarpum*, *Calluna vulgaris*, *Menyanthes trifoliata*, *Euphrasia officinalis* (coll.), *Pedicularis palustris*, *Melampyrum pratense*, *M. sylvaticum*, *Pinguicula vulgaris*, *Galium palustre*, *G. uliginosum*, *Cirsium heterophyllum*, *Crepis paludosa*.

Naar undtages de sjeldneste av disse, som *Potamogeton perfoliatus* (kun seet i Stavsengvand), *Carex livida* (ved Storvandet og nær Vardeviken), *C. diandra* (i det hele sjelden), *Nymphaea alba* (kun paa det anførte sted), er det disse planter, mere eller mindre talrik repræsenteret, der utgjør myrvegetationen paa øen. Særskilt bør nævnes kystplanterne *Blechnum Spicant* og *Narthecium ossifragum*, der, som A. Blytt fremhæver, synes at sky skifer-kalkfeltene. Paa Dønna optræder de ogsaa i størst mængde i sydpartiets gneis-granitfelt. Desuten kan nævnes *Orchis cruentus*, der forekommer ved smaavandene i Hæstadmarken.

Strandvegetationen. Denne stemmer i alt væsentlig med den fra Alsten givne fortegnelse. Paa fugtige strandkanter optræder en flerhet av de ovenfor nævnte myrplanter, saaledes flere av de nævnte *Carices*. Iblandt *Carex lasiocarpa* og *C. rostrata* fandtes paa myrene ved stranden mellem Sandstraak og Engan paa sydvestkysten *Orchis cruentus*.

Interessante strandsumper med den sedvanlige vegetation av *Potamogeton*-arter (*P. filiformis*, *P. alpinus*, *P. gramineus*), *Spargania*, *Catabrosa aquatica*, *Carex norvegica*, *Ranunculus aquatilis* (coll.), *R. reptans*, *Hippuris vulgaris* og *Myriophyllum alterniflorum* forekommer flersteds. I en saadan sump ved Einviken nær Aakvik fandtes ogsaa *Lemma minor* og i strandsumper paa Skagalandet fandtes *Ranunculus hyperboreus*. Nær Aakvik findes ogsaa den paa disse kanter sjeldne *Aster Tripolium*. Av strandfloraen nær Dønnes skal anføres *Chenopodina maritima* i Bruggeviken, der tidligere ei var fundet nordligere end Nærø, og sammesteds *Spergularia canina* samt meget frodige former av *Atriplex patulum*. Ved stranden mellem Stavsengvik og Titternes fandtes likeledes *Spergularia canina* samt *Gentiana detonsa* og *G. aurea*. Som eksempel paa vakker sand-strandflora med *Ammadenia peplodes*, *Cakile maritima* og *Mertensia maritima* kan nævnes stranden mellem Aakvik og Smedviken sydligst paa øen. Paa

sandstrand optræder som ovenfor nævnt ogsaa *Dryas*. I Breiviken (i sydvestpartiet) optræder denne i selskap med *Festuca rubra*, *Elymus arenarius*, *Carex incurva*, *Juncus alpinus*, *J. balticus*, *Polygonum viviparum*, *Ammadenia peploides*, *Vicia Cracca*, *Anthyllis Vulneraria*, *Plantago maritima*, *Leontodon autumnalis* og et par *Hieracia*. *Juncus balticus*, der vistnok oftest her som ellers forekommer ved stranden, optræder dog ogsaa flere-steds fjernt fra stranden.

Engfloraen stemmer ganske med den fra Alsten anførte.

Til Dønnes gaard hører

Aasvær,

en gruppe av en mangfoldighet av smaaøer, der ligger ca. 12 km. vest for Dønnas nordspids. De nordlige øer dannes av granit, medens de fleste sydlige, syd for Feøsundet, bestaar av gneis og skifer. Disse sidste har derfor en frodigere vegetation end de nordligere. Været ansees for at være et av de bedste multeland i ytre Helgeland. Den heldigst beliggende og vistnok græsrikste av øene er Store Engholmen (0.2 km.²), hvor jeg hadde mit kvarter et par dage (²²—²³/₈ 1910). Vegetationen var her desværre efter den langvarige tørke for størstedelen ganske hentørret paa bergknausene. Herfra skal dog nævnes: *Erigeron acer*, *E. borealis*, *Linaria vulgaris*, *Draba incana*, *Linum catharticum* som eksempler paa planter, der pleier at utmerke glimmerskifer-marmorformationen.

Strandfloraen kunde derimot bedre studeres. Som de eiendommeligste skal kun nævnes: *Spergularia canina*, *Sagina maritima* (i mængde), *Archangelica littoralis*, *Cochlearia officinalis*, *Gentiana detonsa*, *G. aurea*, *Myosotis caespitosa*, *Scutellaria galericulata*, *Aster Tripolium*, *Atriplex hastatum*, *A. patulum*.

Paa bunden av de delvis uttørrede smaasumper fandtes den vanlige vegetation av *Potamogeton filiformis*, *P. alpinus*, *P. natans*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus aquatilis*, *R. reptans* og *Sparganium affine*.

Denne vegetation, mere eller mindre artrik, saaes ogsaa ellers i smaa-vandene, hvorav der findes flere, ofte nær stranden, med næsten brakt vand paa de fleste av øene, f. eks. paa Kjønoen, Helleroen og Risøen. I et vand nær stranden fandtes paa den sidstnævnte ø *Ruppia rostellata* og nær bredden *Ranunculus sceleratus*, som jeg ei ellers har fundet i Nordland.

Risøen er vistnok den største av øene (0.7 km.²). Den har sit navn av den risaktige buskvegetation, der optræder her under og i forsænkningene mellem fjeldknausene. Disse busker er foruten *Sorbus Aucuparia*,

hvorav der paa mange av øene findes større eller mindre individer, *Betula odorata*, *Salix aurita*, *S. glauca* og *S. lapponum*. Samme risvegetation forekommer ogsaa paa Hellerøen, der er adskilt fra Risøen ved et smalt vad. Øene i denne nordvestre del av været er de største og er alle myrlændte og temmelig høie, saaledes Risøen 39 m., Hellerøen 30 m. og Kvitmaasøen 32 m. Paa Hellerøen er der en liten gaard, de øvrige er ubeboet og benyttes som torvland. Vegetationen er yterst triviel, saavel paa de nøgne eller torvdækte fjeldknauser som paa myrene. Interessantest er den, som nævnt, i smaavandene og ved stranden, hvor landet er sterkt indskaaret ved viker og grunde valer. Av strandplanter fandt jeg dog ingen utenfor de almindelige eller for Store Engholmen anførte. Som en merkelighet skal omtales, at jeg paa Risøen sammen med *Botrychium Lunaria* fandt *B. boreale*, som jeg ellers i Helgeland kun har fundet i Hatfjelddalen.

Endnu goldere syntes dog de fleste i vest og syd for Engholmen liggende øer at være. Jeg avla et flygtig besøk paa Burøen, der næsten i sin helhet optages av et 39 m. høit fjeld, paa den likeledes temmelig høie og like golde Mando samt paa de lavere, myrlændte Kvaløer. I en uttorret strandsump fandtes paa Burøen nogle smaa eksemplarer av *Nasturtium palustre*. Paa en liten holme i nærheten, hvor der tidligere har staat en liten stue, fandtes dog til en avveksling endel eksemplarer av *Viola canina*, *Barbarea stricta* samt *Stenophragma Thalianum* blandt den ellers trivielle vegetation.

Syd for Aasvær og ret i vest for Donnas nordparti ligger de større til Herøy prestegjeld hørende øer: Vandved, Havsteinen og Slapø. Det geologiske underlag paa disse er skifer med undtagelse av de høie aaser paa de to sidste, der dannes av gneis.

Vandved

er 5.8 km.², fra nord mot syd 6 km., men kun omtrent 1.5 km. bred. Den er næsten ganske flat, kun med nogle ganske lave fjeldknauser, men har ellers store myrstrækninger og flere smaatjern midt paa øen. Nogle gaarder og pladser ligger paa øens nordre og søndre ende. Midt paa øen rundt om smaavandene er der endel birkekrat.

Strand- og myrvegetationen stemmer i det hele med den for Donna anførte. Av strandplanter skal eksempelvis nævnes: *Atriplex hastatum* og *patulum*, *Salicornia herbacea*, *Spergularia canina*, *Sagina maritima*, *Gentiana aurea*, *Scutellaria galericulata*, *Agrostis stolonifera*, *Elymus arenarius*, *Carex glareosa*, *C. norvegica* (i selskap med *C. canescens* × *C. norvegica*).

Av sjeldnere myrplanter kan kun anføres den for Donnes' omgivelser anførte *Carex livida*. I regelen omgives smaavandene av en tæt indfatning av *Carex rostrata*, hvoriblandt spredt *Equisetum fluviatile*, *Comarum palustre*, *Caltha palustris* og andre almindelige sumpplanter. I smaavandene saaes ei *Nymphaea*, men kun den sedvanlige vegetation av *Hippuris*, *Myriophyllum*, *Potamogeton natans* og *P. alpinus* samt *Sparganium affine*. I et uttorret litet tjern fandtes med de anførte vandplanter *Nasturtium palustre*.

Paa en fjeldknaus fandtes nogle eksemplarer av *Saxifraga caespitosa*. Ellers fandtes kun sparsomt paa haugene den for Donna anførte skiferkalkvegetation; kun nogle av de almindeligste, som *Gentiana campestris*, *Viola canina* og *Linum*, bemerkedes.

Mere klippefulde er derimot de i øst for Vandved liggende øer:

Havsteinen og Slapø.

Havsteinen er 1.6 km.², 2.5 km. lang og paa det bredeste 1.5 km. Paa nordvestsiden ligger et par gaarder og pladser. Den sydlige del er temmelig myrlændt, nordpaa er der en ca. 80 m. høi fjeldryg. Under fjeldet, der er temmelig steilt paa vestsiden, er der litt krat av birk, asp, rogn og selje. Paa strandbredden saaes fleresteds *Gentiana Amarella*, *G. aurea* og *G. detonsa*. Ellers er vegetationen paa øen yterst triviell.

Noget interessantere og mere avvekslende er den derimot paa Slapø. Denne er 3.5 km.², 2.5 km. lang og 1.5 km. bred. Paa den nordøstre del ligger gaarder og pladser. Midt paa øen er der et par tildels birkeklædte aasrygger, hvorav den høieste er ca. 100 m. Imellem disse er der myrlændte forsænkninger.

Paa de nøkne fjeldknauser fandtes fleresteds *Erigeron borealis*, *Saxifraga caespitosa*, *Draba incana*, *Sagina nodosa*, *Linum catharticum* og *Anthyllis Vulneraria* og øverst oppe paa ryggen en samling av *Dryas octopetala* samt temmelig sparsomt *Salix reticulata* og *Carex rupestris*. I urene fandtes flere interessante *Hieracia* samt *Linaria vulgaris*, og under en av aasene henimot østkanten overraskedes jeg ved blandt lyng og ener at støte paa *Triodia decumbens*, som jeg i Nordland kun har set paa S. Herø, rimeligvis fordi den slags lokaliteter horer til de i botanisk henseende mindst interessante og derfor oftest blir noget neglignet.

Myr- og strandvegetationen indeholdt intet utenfor det sedvanlige. Ogsaa her saaes de for Havsteinen anførte Gentianer i mængde.

Ret i nordøst for nordpartiet av Dønna ligger øen

Tomma.

Denne ø har et areal av 48.36 km.², hvorav den vestre del, 21.42 km.², tilhører Donnes, resten Nesna sogn. Øen er meget bjergfuld (Breitind 821 m., Breittomma 811 m., Eidebalgene (den høieste) 218 m. og Toms-kjævelen 916 m.), men imellem fjeldene gaar der flere dalfører, saaledes et fra gaarden Tønsvik i vest til Forsland paa østkysten mellem Breitind og Breittomma samt Finvikdalen mellem Breittomma og Toms-kjævelen. Dyrkbart forland er der særlig paa syd- og vestsiden. De høie partier dannes av gneisbergarter. Ellers er der nogle faa spredte smaa granit-partier samt endel felter med skifer og marmor. Den sidstnævnte formation er særlig fremtrædende i Forslandsdalen.

Under fjeldene er der litt kratskog, der væsentlig dannes av birk, saaledes paa aasene under Breitind og i Finvikdalen. Der er tydelige spor av, at øen tidligere har været bevokset med naaleskog. I Finvikdalen findes der endnu litt furuskog, ca. 500 maal, dog tildels sterkt ut-hugget (R. Juul).

Paa øen har der tidligere været botanisert av Heltzen og A. Blytt. Under en dags ophold paa øen indskrænket jeg mig væsentlig til en tur op i Langaasen under Breitind og langs stranden fra Husby til Osen. Besøket til Langaasen gjaldt væsentlig at se voksestedet for den her av A. Blytt opdagede *Sorbus*-form., den samme som jeg hadde fundet paa Blomsø i Alstahaug (se ovenfor s. 30). Jeg fandt ogsaa her ret talrike og temmelig høie trær derav, men meget sparsomt fructificerende (²²/₈ 09). Den angaves ogsaa at skulle forekomme paa sydøstsiden av øen, paa Als-øen. Herfra har jeg senere faat mig tilsendt modne bær.

Av trær og busker fandtes desuten, foruten birk og asal, rogn, heg, older, vidje, litt hassel, korsved (*Viburnum*) og et par almetrær. I dette krat og i de storstenede urer optræder flere boreale planter, hvorav skal nævnes: *Carex ornithopus*, *Calamagrostis Epigeios*, *Avena elatior* (her som undertiden ellers i kysttrakter ei blot som strandplante), *Epipactis atro-rubens*, *Listera ovata*, *Paris quadrifolia*, *Allium oleraceum* (allerede anført av Heltzen), *Convallaria majalis*, *Stachys sylvaticus*, *Gentiana campestris*, *Arabis hirsuta*, *Arenaria serpyllifolia*, *Geranium Robertianum*, *Lathyrus vernus*, *Vicia sepium* samt *Rosa mollis* og *R. glauca* (forma). Hertil kommer planter som *Aspidium Lonchitis*, *Polygonatum verticillatum*, *Platanthera bifolia*, *Gymnadenia conopsea* samt ifølge A. Blytt *Polemonium coeruleum* (Tomfjeld), *Pyrola media* og *Veronica officinalis* f. *glabrata*.

Av fjeldplanter, der saaes under fjeldet, kan specielt nævnes: *Carex atrata*, *Saxifraga Cotyledon*, *S. caespitosa*, *S. nivalis*, *Cerastium alpinum* (med f. *glabratum* iflg. A. Blytt), *Diapensia lapponica* samt ifølge A. Blytt *S. herbacea* \times *S. lapponum* (*S. ovata*) næsten helt ned til soen.

Paa kalkbergene nær Tønsvik saaes den sedvanlige vegetation av *Dryas*, *Carex rupestris*, *C. ornithopus*, *Linum*, *Primula scotica*, *Veronica fruticans*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Alchemilla vestita*, *Saxifraga nivalis*, *Anthyllis Vulneraria*, *Erigeron acer*, *Hieracium hyperboreum*, *Salix reticulata*, *Aspidium Lonchitis*, *Asplenium viride* og *A. Trichomanes*.

Fra stranden mellem Husby og Osstranden skal efter A. Blytts og mine egne undersøkelser anføres: *Carex incurva*, *C. Deinbolliana* (A. Blytt), *C. pulicaris*, *C. Oederi*, *C. Hornschuchiana* \times *C. Oederi*, *C. glauca*, *C. norvegica*, *C. glareosa*, *C. salina* f., *Atropis maritima*, *Avena elatior*, *Juncus Gerardi*, *J. balticus*, *Orchis cruentus* (allerede anført av Heltzen), *Atriplices*, *Gentiana aurea*, *G. Amarella*, *G. detonsa*, *Mertensia maritima*, *Stellaria crassifolia*.

Av sjeldnere myrplanter anfører A. Blytt: *Carex paradoxa* (Stormyren). Desuten kan anføres, at ogsaa her paa oen forekommer fleresteds *Blechnum Spicant* og *Narthecium ossifragum*. Fra smaavandene anfører A. Blytt: *Equisetum fluviatile*, *Utricularia minor*, *Sparganium submuticum*, hvortil kan føies *S. affine*.

De øvrige av A. Blytt undersøkte øer utenfor Ranensfjordens munding besøkte jeg ikke, men skal i korthet omtale deres naturforhold og nævne de specielt derfra av A. Blytt anførte planter.

Løkta

ligger 2—3 km. øst for Dønna og er 17.3 km.² stor, hvorav den vestre del, 12.02 km.², tilhører Dønnes, resten Nesna herred. Øen er meget uttunget av bugter. Især maa merkes Sundsvaagen, der gaar ind fra nord-øst og fortsætter sydover ca. 2 km. i Sundstrømmen.

De høieste fjeld er Kobberdalsfjeld 129 m. i sydvest, Skolpenfjeld 80 m. i nordvest og det høieste Sandaakerfjeld, 236 m. i sydøst paa grænsen mot Nesna. Ellers er der mangesteds nøkne aaser, hvorimellem der er myrer eller mindre opdyrkede partier.

Øens geologiske forhold er temmelig uensartet. Kalk og skifer optræder især syd paa oen mellem gaardene Kobberdal og Ekran og paa sydvestsiden av Sandaakerfjeldet (især ovenfor gaarden Sandaaker) samt i et litet parti ved Hovsvaagen nordvest paa oen. Av porfyrganit dannes resten av Sandaakerfjeldet samt Kobberdalsfjeldet med tilstøtende partier. Nord herfor kommer et gneisfelt tversover oen til Breiviken og Sund,

hvorefter følger et granitfelt indtil Hovsvaagen, og endelig dannes nordvest-partiet fra Skolpen av granit.

Myrer findes især i den østlige, Nesna tilhørende del av øen. Gaardene og den dyrkbare jord ligger især langs kystene.

Skog findes ikke, kun litt krat av almindelige løvtrær samt ifølge R. Juul spredt litt hassel.

A. Blytt synes især at ha botanisert ved Kobberdal samt paa Sandaakerfjeld. Herfra anføres i hans trykte fortegnelse og skriftlige optegnelser: *Tanacetum vulgare*, *Asperula odorata*, *Viburnum Opulus*, *Stachys sylvaticus*, *Diapensia lapponica* (2—300 fot over søen), *Actaea spicata*, *Linum*, *Vicia sylvatica*, *Coeloglossum viride*, *Carex digitata*, *C. ornithopus*, *C. rupestris*, *Aspidium Lonchitis*, *Asplenium viride* og *Equisetum variegatum*.

Fra kalkklipper mellem Kobberdal og Sandaaker anføres specielt: *Dryas*, *Thalictrum alpinum*, *Arabis hirsuta*, *Orchis masculus*, *O. incarnatus* (= *cruentus*?), *Platanthera bifolia*, *Epipactis atrorubens*, *Carex rupestris*, *C. capillaris*.

Allerede Heltzen anfører fra Kobberdal: *Dryas* og *Orchis masculus*, samt *Gymnadenia conopsea*, *Polygala vulgare* og *Anthyllis Vulneraria*.

Av strandplanter anføres fra Horn paa østsiden: *Carex glauca*, *C. salina* v. *subspathacea*, *Gentiana aurea*, *G. detonsa* samt desuten fra øen: *Mertensia maritima*, *Archangelica littoralis*, *Cochlearia officinalis*, *Stellaria crassifolia*.

Desuten bør anføres en form av *Carex fulva*, der av den finske botaniker A. Palmgren er bestemt til *C. Hornschuchiana* \times *C. lepidocarpa*.

I Sundsvand skal ifølge R. Juul forekomme *Nymphaea alba*.

Fra den lille holme Finkona, midtveis mellem Dønna, Løkta og fastlandet, hvor der foruten skifer ogsaa er litt granit og kalk, anføres: *Allium oleraceum*, *Cochlearia officinalis* v. *arctica*, *Stellaria crassifolia*, *Primula scotica* og *Mertensia maritima*.

Hugla,

der er 17.8 km.², tilhører Nesna og er i det hele en klippeø, dog uten særlig fremtrædende topper. Den høieste top er Huglen 623 m. syd paa øen. Fjeldene ender mængsteds med steile styrtninger, saaledes nordligst paa øen og paa sydsiden. Fleresteds er der dog større forland med bebyggelse, saaledes saavel øst som vest for Huglen samt under fjeldstyrtningene nordligst paa øen.

Det geologiske underlag er ogsaa her litt uensartet. Den nordøstlige halvdel dannes hovedsagelig av skifer med et marmorfelt ved Nordbo-stad samt fra Svalenget til bortenfor Orneset paa nordsiden. Størstedelen av den sydøstlige del bestaar derimot av gneis, dog med porfyrgranit i Huglens fjeldpartier. I disses skrenter er der dog ogsaa nogle kalkaarer.

I de østre lier er der litt løvskog og krat. Merkes bør, at der øverst oppe paa fjeldpartiet ved det største av Engvandene (218 m. o. h.) ifølge lensmand Motzfeldt er nogle temmelig høie graner samt ellers spredt nogle mindre.

Paa Huglen fjeld synes der ifølge A. Blytts skriftlige optegnelser ei at være videre interessant flora. Nedenfor birkegrænsen anføres saaledes: *Blechnum Spicant*, *Aspidium Lonchitis*, *Carex pulicaris*, *C. fulva*, *C. Buxbaumii*, *Coeloglossum viride*, *Orchis incarnatus* f. samt *Betula alpestris* og *Pinus Abies* (en enkelt liten busk). Ved birkegrænsen anføres *Aconitum septentrionale* og fra vidjebeltet kun triviell vegetation av *Rumex Acetosa*, *Epilobium angustifolium* og *Athyrium alpestre* (ei ellers bemerket paa øene av A. Blytt).

Fra det øverste av fjeldet nævnes en ekte høifjeldsflora med planter som *Saxifraga rivularis*, *S. cernua* (maaske kun her paa øene), *Diapensia* og *Carex lagopina*.

Interessantere synes skifer- og kalkbergene samt urene paa øens nord-vestside at være. Herfra anføres: *Selaginella selaginoides*, *Asplenium viride*, *Woodsia ilvensis*, *Aspidium Lonchitis*, *Hierochloa odorata*, *Carex rupestris*, *C. capillaris*, *C. ornithopus*, *C. atrata*, *Juncus triglumis*, *J. trifidus*, *Luzula spicata*, *Tofieldia palustris*, *Coeloglossum viride*, *Salix reticulata*, *S. hastata*, *Oxyria digyna*, *Silene acaulis*, *Cerastium alpinum*, *Thalictrum alpinum*, *Aconitum septentrionale*, *Potentilla verna*, *Dryas*, *Saxifraga Cotyledon*, *S. oppositifolia*, *S. aizoides*, *Viola biflora*, *Rhodiola rosea*, *Draba incana*, *Bartschia alpina*, *Erigeron borealis* og *Saussurea alpina*.

Av andre fjeldplanter, der sjeldnere forekommer paa øene, nævnes for Hugla uten nærmere angivelse: *Carex rigida*, *Juncus biglumis*, *Gymnadenia albida*, *Arabis alpina*, *Draba hirta*, *Astragalus alpinus*, *Archangelica officinalis*, *Gnaphalium norvegicum*, *G. supinum* samt *Lycopodium alpinum*.

Av sjeldnere myrplanter nævnes *Carex paradoxa* og *Juncus conglomeratus* og fra sumpene *Sparganium affine*.

Fra den lille holme Vikholmen, der kun er skilt fra Hugla ved et ganske smalt sund, og hvor underlaget likeledes er skifer, nævnes *Allium oleraceum* samt strandplanterne *Avena elatior* og *Carex Deinbolliana*. Heltzen anfører herfra *Potentilla argentea*, *P. verna* og *Anthyllis Vulneraria*.

Handnesøen,

der ogsaa tilhører Nesna, er 34 km.². Det er en langstrakt klippeø, hvor fjeldene paa nordsiden mot Sjona gaar steilt ned i havet; men ellers er der langs kysten forholdsvis tæt bebyggelse. De høieste fjeld er Grønlintind nordøstligst, dernæst Stokkatind 594 m. midt paa øen, Handnesfjeld 493 m. sydøstligst samt Handsteinfjeld omtrent midt paa vestsiden. Midt over øen fra sydvest til nordøst er der en forsænkning, hvori ligger Stokkavatn 313 m. o. h., 1 km. langt og 0.6 km. bredt.

Det geologiske underlag er temmelig ensartet, idet omtrent hele øen dannes av skifer med enkelte kalkpartier, særlig oppe paa fjeldpartiet i nordøst fra Juviken henimot Handstein samt i midtpartiet over Handnesfjeldet til Stokkatinden ned mot vandet. Nederst nede paa fjeldskraaningerne er der litt løvskog og krat med temmelig gode havneganger. Av hassel forekommer der litt, særlig i skogen ved Saura (ifølge R. Juul).

I floristisk henseende er særlig at merke, at herfra anføres *Carex pedata*, *Cobresia Bellardi* og *Potentilla nivea*, der ei ellers er fundet paa øene, men forekommer ret over paa fastlandets fjelde ved Nesna. Desuten nævnes herfra av fjeldplanter: *Carex rupestris*, *Aira alpina*, *Salix reticulata*, *Saxifraga Cotyledon*, *S. caespitosa*, *Dryas octopetala*, *Diapensia lapponica*, *Primula scotica*, *Erigeron borealis* og av lienes vegetation planter som *Polygonatum verticillatum*, *Aconitum septentrionale*, *Campanula latifolia*.

Særlig bør merkes forekomsten her paa øen av *Goodyera repens*, der ellers utmerker naaleskogen og i ytre Helgeland ellers kun er kjendt fra Dønna (se s. 39 ovenfor).

Av planter, der paa øene helst forekommer paa skifer og kalk, nævner A. Blytt i sin trykte fortegnelse følgende for de av ham undersøkte øer uten nærmere angivelse: *Equisetum variegatum*, *Woodsia ilvensis*, *W. alpina*, *Aspidium Lonchitis*, *Polypodium vulgare*, *Calamagrostis Epigeios*, *Avena pubescens*, *Carex rupestris*, *C. ornithopus*, *C. digitata*, *C. glauca*, *Convallaria majalis*, *Paris quadrifolia*, *Gymnadenia conopsea*, *Epipactis atrorubens*, *Salix myrsinites*, *S. reticulata*, *Erigeron borealis*, *Stachys sylvaticus*, *Scrophularia nodosa*, *Veronica fruticans*, *V. Chamaedrys*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Pimpinella Saxifraga*, *Thalictrum alpinum*, *Actaea spicata*, *Arenaria serpyllifolia*, *Moehringia trinervia*, *Linum catharticum*, *Polygala vulgare*, *Rosa glauca*, *R. mollis*, *Dryas octopetala*, *Anthyllis Vulneraria*, hvortil kommer endel almindelige fjeldplanter, der ogsaa i lavlandet talrikst forekommer paa disse bergarter, som *Coeloglossum viride*, *Salix hastata*, *Silene acaulis*, *Cerastium alpinum* o. fl. Af sjeldnere træsorter, der paa kysten foretrekker dette underlag, nævnes *Corylus Avellana* og *Ulmus montana*.

Ogsaa paa myrene synes floraen at stemme med den, der optræder paa de nærliggende øer. Av litt sjeldnere myrplanter anføres: *Hierochloa odorata*, *Catabrosa aquatica*, *Carex Goodenoughii* **juncella*, *C. fulva* (vistnok især *C. Hornschuchiana* \times *C. Oederi*), *Eriophorum latifolium*, *Juncus conglomeratus*, hvortil ogsaa kan regnes paa øene *Listera cordata*.

Paa litt fugtig grund forekommer ogsaa her som ellers paa øene kystplanterne *Blechnum Spicant*, *Narthecium ossifragum* og *Carex pulicaris* (de to første helst utenfor kalkfeltet).

Ogsaa i vandene forekommer paa disse øer som ellers almindelig paa øene: *Potamogeton natans*, *P. alpinus*, *P. filiformis*, *Sparganium submulticum*, *Myriophyllum alterniflorum* og *Hippuris vulgaris*. Desuten anføres av A. BLYTT *Utricularia minor*, der vistnok maa være overset av mig.

Heller ikke strandfloraen kan fremvise noget utenfor det sedvånlige paa øene. Endel av de karakteristiske skal her anføres: *Agrostis stolonifera*, *Elymus arenarius*, *Carex incurva*, *C. glareosa*, *C. maritima* (Håndnes-øen), *Scirpus rufus*, *S. uniglumis*, *Triglochin maritima*, *Juncus balticus*, *J. Gerardi*, *Zostera maritima*, *Statice Armeria*, *Mertensia maritima*, *Myosotis caespitosa*, *Ligusticum scoticum*, *Archangelica litoralis*, *Cakile maritima*, *Cochlearia officinalis*, *Sagina nodosa* (især paa strandkanter), *Ammandenia peploides*, *Stellaria crassifolia*, *Silene maritima* og *Potentilla Anserina*.

Av ukrudsplanter kan nævnes: *Polygonum Convolvulus*, *Urtica urens*, *Lamium purpureum*, *L. amplexicaule*, *Erysimum cheiranthoides*, *Raphanus Raphanistrum*, *Sinapis alba* (hyppigere end *S. arvensis*). Særskilt bør nævnes *Asperugo procumbens* fra Husby paa Tomma og *Cerastium glomeratum* paa Vikholmen.

Jordsmonnet paa øene i Donnes og Nesna herreder dannes av sand, skjælsand og myrjord. Det er særlig den lavere del av skiferlandet, som er opdyrket. I Donnes utgjør aker og eng iflg. Helland 7.2 pct. av herredets areal (høiest i rækken i den henseende av Nordlands herreder), i Nesna (fastlandet medregnet) 2.8 pct. Kornet er sjelden utsat for frost, og avlingen er tilstrækkelig til det hjemlige forbruk. Især dyrkes byg, der i regelen altid blir modent og gir pene avlinger; ogsaa havre dyrkes adskillig, men er ikke saa aarviss som bygget; ogsaa høstrugen kan enkelte aar gi godt utbytte, og vaarhveten har i varme sommere været forsøkt med held.

Solvær.

I nordvest for Tomma ligger flere grupper av større og mindre øer. Den største av disse øgrupper er Solvær, der omfatter en vrimmel av øer og holmer, hvorav de største er Buoen 3.0 km.², Nord Solvær 1.3 km.²,

Ulvoen 0.7 km.², Strømøen med Moflaget 2.1 km.², Svenningen 2.3 km.², Lunderøen 1.2 km.².

Det geologiske underlag paa disse øer er meget uensartet. Paa nogle er der gneis med tildels mægtige kalklag (de fleste østlige, som Buøen, Ulvoen, Sør Solvær, en del av Lunderøen og sydpartiet av Strømøen og Moflaget); andre dannes av gabbro (de fleste vestlige, som Sillerøene, nordvest- og nordøstpartiene av Moflaget og Strømøen samt Nord Solvær), nogle faa som Svenningen og Reløen av granit. Øene er indbyrdes adskilt ved grunde vad, sterkt uttunget av havet og de fleste større av dem beboet. Paa mange av dem er der aasrygger, de høieste paa Sør Solvær 61 m. og Nord Solvær 33 m. Litt birkekrat er der paa nogle av dem, især paa Buøen, Ulvoen og Strømøen.

Tiden tillot mig blot at gjøre en ekskursjon til Nord Solvær og i forbifarten ganske flygtig at besøke et par andre. Nord Solvær har en længde fra nord til syd av 2 km. og er omtrent 1 km. bred. Den bestaar av endel aasrygger, hvorimellem der ligger myrer. Bergarten synes ei ugunstig for planteveksten, idet der her næsten i havets nivaa forekom mange av de fjeldplanter, der almindelig forekommer paa øenes kalkpartier, som *Saxifraga Cotyledon*, *S. caespitosa*, *S. nivalis*, *Erigeron borealis*, *Primula scotica*, *Gentiana nivalis*, *Salix reticulata* og *S. myrsinites* sammen med planter som *Orchis masculus*, *Arenaria serpyllifolia*, *Linum catharticum*, *Woodsia ilvensis*. Paa stranden saaes *Gentiana Amarella* og *G. aurea* blandt sedvanlig strandvegetation. Paa myrene og i sumpene bemerkedes kun de sedvanlige myr- og sumpplanter.

Paa kalkfeltet paa Moflaget saaes ogsaa endel av de samme planter, som *Primula scotica*, *Erigeron borealis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Linum catharticum* samt *Anthyllis Vulneraria*. *Dryas* bemerkedes derimot ikke; men dette kan maaske tilskrives den høist ufuldkomne undersøkelse, der blev disse øer tildel.

Nævnes bør ogsaa øgruppen Risvær, hvorav den største ø, der er beboet, dannes av kalk med granitganger. Herfra ligger i S. Chr. Sommerfelts herb. *Ophioglossum vulgatum*, *Asplenium septentrionale* og *Stenophragma Thallium*.

Bedre undersøkt blev derimot de større øer i Lurøy prestegjeld: Lurøen, Onøen, Stigen og Alderen i øst henimot fastlandet og Lovunden i vest samt øer i Dørvær, Trænen og Selvær.

Lurø

er 6.2 km. lang, 3.6 km. bred og har et areal av 14.50 km. Den er meget bjergfuld og optages for størstedelen av et høit fjeld, Lurøfjeldet,

der hæver sig til en høide av 689 m. og særlig er meget steilt mot øst og vest. Det geologiske underlag er granit med tildels storkornet feltspat. Under fjeldet paa vestsiden mot hovedgaarden er der endel birkeskog iblandet især med rogn og selje. Rimeligvis er det ogsaa her, at den hassel forekommer, som angives for øen¹. Som en merkelighet kan nævnes, at der paa sydsiden av fjeldet næsten ved birkegrænsen saaes 7—8 buskformig utbredte henved 1.5 m. høie grantrær. Av disse skal der ogsaa forekomme nogle, henved 5 m. høie, paa østsiden og ellers ogsaa findes nogle enkeltvis paa øen. Av stor interesse er ogsaa, at der under fjeldskrenten øst for gaarden vokser et par trær av *Sorbus Aria*, der her har sin nordgrænse. Endvidere bør nævnes, at der henimot Sutternes paa øens nordøstspids dels spredt og dels klyngevis findes endel furutrær, hvorav nogle opunder fjeldet naar en høide av ca. 5 m. Tildels er der ogsaa paa østsiden under fjeldet litt birkekrat, men især optræder dette forholdsvis tæt i nogle lune viker utenfor Sutternes, særlig i Hallaren paa nordsiden.

Fra krattene og urene paa fjeldets vestside ovenfor hovedgaarden skal ved siden av den sedvanlige skoglivegetation her blot nævnes: *Geranium Robertianum*, *Polemonium coeruleum*, *Erysimum hieracifolium*, *Hypericum hirsutum*, *H. quadrangulum*, *Geum intermedium*, *Allium oleraceum* samt *Carex muricata*, der her har sin nordgrænse, og en forholdsvis rik *Hieracium*-flora. Av fjeldplanter saaes under fjeldet og i kloftene *Veronica fruticans*, *Draba hirta*, *Viscaria alpina*, *Cerastium alpinum*, *Saxifraga nivalis*, *S. stellaris*, *Epilobium Hornemannii* og *E. alsinifolium*. Rimeligvis i

¹ Iblandt M. N. Blytts manuskripter findes en planteliste, betegnet som „Flora luroensis. Joh. Dass“. Det er rimeligvis denne, som ligger til grund for de fleste av M. N. Blytts angivelser fra øen (i A. Blytts Ranenflora og i Norg. Fl.). Herfra skal anføres: *Veronica arvensis*, *Alopecurus pratensis*, *Scabiosa arvensis*, *Asperula odorata*, *Galium boreale*, *G. verum*, *Plantago media*, *P. lanceolata*, *Primula farinosa* (= *scotica*), *Gentiana nivalis*, *Allium oleraceum*, *Rumex crispus*, *Paris quadrifolia*, *Viscaria alpina*, *Potentilla argentea*, *Dryas octopetala*, *Stachys palustris*, *S. sylvatica*, *Sisymbrium Sophia*, *Cirsium arvense*, *Orchis cruenta* og *Corylus Avellana*. Desuten anføres der en hel del almindelige planter; men ved siden herav findes ogsaa endel usandsynlige eller aabenbart urigtige angivelser som: *Veronica montana*, *V. Beccabunga* (nordgrænse Leika pgd.), *Ribes alpinum*, *Saxifraga granulata*, *Lychnis pratensis*, *Stachys arvensis*, *Draba muralis*, *Hypericum montanum*, *Carduus nutans*.

HELTZEN anfører for øen i sin illustrerte Helgelandsflora: *Convallaria majalis*, *Pyrola secunda*, *Ranunculus reptans* (ifølge Daniel Dass), *Stachys arvensis* (i en aker, hvor erter og rug vokste; i Nomenclator til Helgelandsfl. anfører han ikke denne, men *S. palustris* ved grøfter og gjerder paa øen), *Hypericum pulchrum*, *Aster Tripolium* (øer utenfor Luro). Sammenlign ovenfor s. 8.

I den medicinsk-økonomiske flora anfører desuten Heltzen: *Pyrola rotundifolia*, *Potentilla Anserina*, *Fumaria officinalis* (i en aker), *Polygala vulgare* (under fjeldet) og i Nomenclator *Sagina nodosa* samt *Dryas*.

krattene her (maaſke ſammen med de herfra anførte haſſelbuſker) er det vel ogsaa, at den for øen angivne *Asperula odorata* forekommer.

Vegetationen oppe paa plataet var derimot for ſtørſte delen tarvelig, kun en græſklædt beitesmark for ſauene. Herfra kan kun anføres trivial fjeldvegetation ſom *Carex rigida*, *Luzula ſpicata*, *Gnaphalium ſupinum*, *Saxifraga rivularis*, *Ranunculus pygmaeus*, *Cerastium trigynum*, *C. alpinum*, *Sibbaldia procumbens*. Heltzen angir dog *Dryas* for Lurøfjeldet i Nomenclat. til Helgelands flora.

De tørre bakker og ſmaaknausene med løſere underlag langs ſtranden paa veſtsiden frembød intet videre av intereſſe. Ved Hagen ſaaes *Knautia arvensis*, *Linum catharticum* og *Thalictrum alpinum*.

Strandfloraen frembød heller ikke videre av intereſſe: En utpræget vegetation med *Cakile maritima* og *Ammadenia peplodes* ved Sutternes, flereſteds ſpredt forekommende planter ſom *Carex ſalina* f., *C. glauca*, *C. glareosa* mot Lurøſundet. Her ſaaes dog ogsaa *Eriophorum latifolium* ſamt meget ſparsomt de paa diſſe kanter ſærdeles ſjeldne *Juncus squarrosus* og *Holcus lanatus* (ei ellers av mig fundet i Helgeland).

Av ukrudplanter ſkal fra omegnen av Lurø gaard nævnes *Barbarca vulgaris* (i faa ekſemplarer), *Erysimum cheiranthoides* og *Achillea Ptarmica*. Deſuten kan nævnes, at jeg ved ſtranden nær Hagen overraskedes ved at finde en tue av *Bromus arvensis*, der naturligvis maa være rent tilfældig indført.

I ſydveſt for Lurøen og kun ſkilt derfra ved et ſmalt ſund ligger

Onøen,

der er 7.7 km.². Paa nord- og veſtsiden er den temmelig uttunget av havet. Øſtsiden er temmelig lav og tildels myrlændt, dog med nogle ſmaa hauger og knatter; ſyddiſt er der nogle utprægede bratte knauser, hvorav iſær kan merkes den 72 m. høie Skuta. Den midterſte og veſtre del av øen optages for en ſtor del av fjeldryggen Andfjeld, der ved kløfter er delt i flere topper, hvorav den høieſte er 194 m. Underlaget paa Onøen er ſkifer med nogle ſmaa kalkfelter, iſær ved Stoksviken paa ſydsiden og nær Ytre Onøen paa nordsiden, ſamt et litet ſerpentinfelt midt paa fjeldpartiets øſtſide. Litt krat, ſærlig av birk, findes der under aasene.

I floritiſk henſeende frembyder øen endel avveksling: Fugtige ſtrandenger ſærlig paa øſtsiden (med f. eks. *Gentiana Amarella*), myrer med enſormig vegetation paa øſt- og ſydsiden (her i mængde *Narthecium*), tildels frodige ſkraaninger og tørre knauser.

I de kratbevokste skraaninger under Skuta saaes *Erysimum hieracifolium*, *Polemonium coeruleum* samt flere *Hieracia*, og paa fjeldet ovenfor Stoksviken fandtes især i de løsere skiferurer *Asplenum viride*, *Woodsia alpina*, *Polygala vulgare*, *Erigeron acer*, *Arabis hirsuta*, *Draba incana* og *Primula scotica* samt i krat *Pyrola media*.

Paa kalkholdig underlag bemerkedes ved Stoksviken en (^{18/7} 1910) næsten hentørret vegetation av *Saxifraga nivalis*, *S. caespitosa*, *Arenaria serpyllifolia*, *Polygala vulgare*, *Draba incana*, *Arabis hirsuta*, *Limn. catharticum*, *Anthyllis Vulneraria* samt *Erigeron borealis*.

Nordvestsiden mellem Segelnesset og Ytre Onøgaard dannes i sin vestligste del av en tuet, ensformig græsmark, men er østligere tildels optat av sandmoer og bergknauser. Paa disse saaes fleresteds i mængde *Saxifraga Cotyledon* og paa nogle skrenter med kalkholdig underlag en frodig vegetation av *Dryas*, *Epipactis atrorubens* og *Carex rupestris*.

Paa øens nordside saaes ogsaa paa tørre smaahauger og i krat endel av de fra Stoksviken anførte almindelige kalk- og skiferplanter, hvoriblandt frodige busker av *Rosa glauca* og *R. mollis*.

Heltzen anfører, at *Sisymbrium Sophia* vokser ved husene paa Onøgaard.

Øst for Lurøen og adskilt fra denne ved det smale Lurøund ligger

Stigen.

Dette er en lang og temmelig smal ø, hvis længde er 8.7 km. og største bredde 2.3 km. Vestsiden er tildels meget uttunget av havet, medens østsiden er temmelig jevn, idet her fjeldet Stigen, der paa sit høieste er 382 m., tildels danner en lodret fjeldvæg ut mot søen. Naar undtages et par ubetydelige skiferfelter ved Klippingvaag sydligst paa øen, dannes hele øen av granit, og vegetationen er derfor yderst ensformig. I den sydlige del av øen er der nogle mindre aaser og fjeldknauser med myrer indimellem. Her er der ogsaa et par smaavand. Stigfjeldet, der danner øens midtparti, bestaar av en række topper, dækket øverst oppe av ur eller en sparsom lyng- og mosvegetation; mot øst falder det, som nævnt, brat i havet, men paa de øvrige sider er det omtrent overalt tilgjængelig, gjennemskaaret av kløfter eller med tildels bratte avsatser og urer.

Under fjeldet er der paa øens sydside litt birkekrat og endel furuer i dalføret op for Klippingvaag. Her saaes ogsaa under en ur nedenfor fjeldet et temmelig høit og rankvokset grantræ. Dettets top var blit avhugget, men paa hver side av den gamle top var der skutt op en ny.

Nogle unge skud spiret ogsaa frem ved siden av træet. Desuten skal der være en liten gran litt længere nord paa øen og ellers nogle smaa skud mellem Klippingvaag og søen.

Under sydpartiet av Stigen kan av sjeldnere planter kun nævnes *Pyrola media*. I vandet nær Klippingvaag saaes den sedvanlige vegetation av *Hippuris* og *Myriophyllum alterniflorum* etc. og i det forholdsvis store vand oppe paa Stigens plataa *Sparganium affine* (?), litet utviklet). Denne fandtes fuldt utviklet ogsaa i en myrkjøn (Lomkjønnen) mellem Klippingvaag og Kokviken paa øens østside. Her vokste ogsaa i temmelig stor mængde *Nymphaea alba*, vistnok det eneste voksested ialfald paa øene i Lurøy herred, da den ellers syntes at være ganske ukjendt av indbyggerne i distriktet.

Som akerugræs saaes ved Klippingvaag *Sinapis alba*, der, som før nævnt, synes at være langt hyppigere paa øene end *S. arvensis*.

Øst for Stigen og skilt derfra ved den forholdsvis brede Stigfjord ligger øen

Alderen.

Denne er 23.6 km.² stor, 7 km. lang fra sydvest til nordøst og 4 km. bred. Den er pæreformig avrundet med den smaleste del mot sydvest og har en omtrent ganske jevn kystlinje. Størstedelen av øen optages av tre mægtige alpeformede fjeld, nemlig Aldertind (768 m.) paa nordøstsiden og paa vestsiden de tre Ørnestinder, der naar en høide av 822 m., og syd for disse Hjarttinden (962 m.). Imellem disse fjelde gaar en bred botnformig forsænkning i sydøstlig retning. Saavel under Ørnestindene som under Aldertinden er der ned mot forsænkningen tildels temmelig tætte birkekrat. Ørnestindene har form av skarpe ørneneb og er vanskelig at bestige, det samme er ogsaa tilfældet med nord- og østsiden av Hjarttinden. Aldertinden er derimot let bestigelig. Mot syd og øst er den vistnok meget brat, men fra den sydlige temmelig smale top utvider fjeldet sig til en temmelig bred ryg nordover, der mot vest og nord har forholdsvis jevnt skraanende sider. Jeg valgte derfor at bestige dette fjeld, idet jeg gik op fra Stuvland paa fjeldets nordvestside. I de fugtige birkeliet var der kun en meget triviell vegetation av høie græsarter og bregner og paa snaufjeldet, der som omtrent hele Alderens fjeldpartier dannes av granit, var en yderst triviell fjeldflora fremherskende med planter som *Carex lagopina*, *C. rigida*, *Juncus trifidus*, *Luzula arcuata*, *L. spicata*, *L. Wahlenbergii*, *Aira alpina*, *Veronica alpina*, *Taraxacum croceum*, *Hieracium alpinum*, *Arabis alpina*, *Cardamine bellidifolia*, *Saxifraga rivularis*, *Epilobium anagallidifolium*, *E. lactiflorum*, *E. Hornemannii*, *Salix herbacea*,

Cryptogramma crispa, *Lycopodium Selago* foruten de almindelige lyngartede fjeldplanter. Interessantere var derimot vegetationen overst oppe i den saakaldte Dyrskarli, en grønklædt temmelig brat skraaning ned mot Stuvlandsvand. Her optræder nemlig — skjont meget sparsomt — *Dryas octopetala*, *Carex rupestris*, *Salix reticulata* og *Gentiana nivalis* og paa og under en fjeldknaus en rikeligere samling av fjeldplanter, hvoriblandt især skal fremhæves *Erigeron borealis*, *Veronica fruticans*, *Draba hirta*, *D. incana*, *Saxifraga nivalis*, *Viscaria alpina*, *Asplenium viride* samt *Woodsia alpina*.

Den omtalte botndal, Stuvlandsskaret, er temmelig myrlændt langs de tre vand: Stuvlands-, Botn- og Aldervand (177—183 m.) og begrænses til begge ender, navnlig mot nordøst, av moræner. Langs fjeldsiderne er der litt birkekrat, men kun en yderst triviell flora. Langt interessantere blir derimot denne, naar man kommer ned paa skrenten mot Aldersundet. Her gaar der nemlig ovenfor gaardene Alderen og Remmen en mægtig kalkgang. Store strækninger dækkes derfor her av et sammenhengende teppe av *Dryas*. Spredt iblandt dennes tuer optræder især: *Epipactis atrorubens*, *Triticum violaceum*, *Carex rupestris*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Veronica fruticans*, *Draba incana*, *D. hirta*, *Arabis hirsuta*, *Erigeron borealis*, *Anthyllis Vulneraria*, *Linum catharticum*, *Geranium Robertianum*, *Botrychium Lunaria*, *Woodsia ilvensis*, *Asplenium viride* — altsaa en typisk og næsten ublandet kalkvegetation.

I birkekrattet, der avløser kalkbergene, saaes *Hypericum quadrangulum* og blandt bundgræsset i mængde *Circaea alpina*.

Den øvrige del av landet langs Aldersundet vestover mot gaarden Hjart er noget bakket og stenet med en spredt og ei synderlig interessant vegetation.

Hvor strandkanten er dækket av rullesten, kan den dog her likesom ved Stuvland ha et noksaa broget blomsterflor. Fra stranden nedenfor Stuvland kan saaledes anføres: *Vicia Cracca*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *Ulmaria pentapetala*, *Epilobium angustifolium*, *Barbarea stricta*, *Draba incana*, *Valeriana excelsa*, *Galium boreale*, *Scutellaria galericulata*, *Polygonum viviparum*, *Festuca rubra*, *Avena pubescens* foruten endel *Hieracia* og sammen med disse i havets nivaa *Alchemilla alpina* og endog *Silene acaulis*.

Ret i vest for Solvær ligger den eiendommelige klippeo

Lovunden.

Denne ø utgjør 4.82 km.², er fra øst til vest 2.5 km. og 2.2 km. fra nord til syd. Omtrent hele øen optages av Lovundfjeldet, der

stiger brat op av havet til en høide av 619 m. og falder steilt av mot alle sider.

Det geologiske underlag er gneis, tildels med feltspat. Langs kysten er der et flatt forland, der paa den nordøstre side er dyrkbart og avgir plads for endel gaarder. Lovundfjeldet besteges fra disse gjennom Naavaskaret, der adskiller selve fjeldet fra den østligere fjeldknaus Naava, og derfra opad den temmelig bratte »Bringebærli«.

Vegetationen var i det hele meget ensformig. Nede i skaret vokser endel fjeldplanter som *Saxifraga Cotyledon* og *S. caespitosa* og i uren blandt andet *Cryptogramma crispa*. Opad den steile Bringebærli er der kun den sedvanlige græsvegetation og oppe paa det græsklædte skraanende plataa, hvor sauene beiter, kun en triviel fjeldflora. Nævnes skal herfra planter som *Ranunculus pygmaeus*, *Saxifraga rivularis*, *S. stellaris*, *S. nivalis*, *Luzula campestris*, *L. spicata*, *Stellaria alpestris*, *Cerastium alpinum*, *Carex rigida*, *C. atrata*, *Arabis alpina*, *Draba hirta*, *Epilobium Hornemannii*.

Frodigere er fjeldets nordskraaning, der dannes av den saakaldte Lundeur, hvor lundene hækker i umaadelig mængde. Her var der op til den styrtbratte fjeldskrent ved ca. $\frac{3}{4}$ av fjeldets høide en ret frodig vegetation, dannet av planter som *Aira caespitosa*, *Festuca rubra*, *Phalaris arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Poa nemoralis*, *Melandrium sylvestre*, *Stellaria nemorum*, *Epilobium angustifolium*, og deriblandt ogsaa *Polemonium coeruleum*, *Barbarea stricta* og *Erysimum hieracifolium*.

I botanisk henseende er dog vestsiden interessant. Her er der nemlig adskillig birkeskog, iblandet især med rogn, vidje og ribs. I denne optræder sedvanlig skogvegetation med store bregnér, som *Aspidium Filix mas*, *A. spinulosum*, *Athyrium Filix femina*, græsarter som *Milium effusum*, *Calamagrostis purpurea*, *Poa pratensis*, *P. nemoralis*, *P. caesia*, *Festuca rubra*, *Geranium silvaticum*, *Stellaria nemorum*, *Epilobium angustifolium*, *Melampyrum sylvaticum*, *M. pratense*. Men ved siden av disse findes ogsaa endel paa disse kanter litt sjeldnere skogplanter som *Moehringia trinervia*, *Stellaria longifolia*, *Cardamine silvatica*, *Viola canina*, *Actaea spicata*, *Circaea alpina*, *Campanula latifolia*, *Stachys sylvaticus* og *Scrophularia nodosa*, og deriblandt saaes nogle ganske visnede eksemplarer av *Corydalis intermedia* samt ved en kilde *Epilobium alsimifolium*.

Paa stranden saaes kun den sedvanlige strandvegetation, mest typisk i Naaviken og nær gaardene, med planter som *Atriplex hastatum*, *Amman- denia peploides*, *Cakile maritima*, *Cochlearia officinalis*, *Elymus arenarius* samt i brakvand *Ranunculus hyperboreus*. Paa de tørre bakker nær gaar-

dene saaes *Linum catharticum*, *Polygala vulgare*, *Epilobium collinum*, *Linnaria vulgaris*, *Erigeron acer*, men ellers i det hele kun en triviell flora.

Jordsmonnet paa øene i Luroy dannes især av sand, skjælsand og torv. Nogen større myrstrækninger gives der ikke. Særlig paa Luroen og Onøen er der forholdsvis betydelige veldyrkede enger og drives kornavl med godt utbytte.

Ret ut i havet for øene i Luroy herred ligger

Trænen herred.

Forstmester J. M. NORMAN har i 1885 undersøkt Husøen, Sanna, Hikkelen, Syd-Sandø, Liggholmen, Store Torvær («Stortorva»), Rosø («Rorsø») i Trænen samt Gaardsø og Kvandjupet («Kvangjuvet») i Selvær¹. Selv har jeg kun botanisert paa Husø, Sanna, Gaardsø i Selvær samt paa Dørvær. Efter Normans Norges arktiske flora og skrevne fortegnelse samt mine egne plantelister skal jeg saa utførlig som mulig opregne planterne paa de undersøkte øer.

Husøen

er 1.5 km.², ganske lav og myrlændt, kun med nogle smaa knauser, hvorav den høieste paa vestsiden er 45 m. Det geologiske underlag er granit. Øens vestside er temmelig tæt bebygget.

Paa strandkanter optræder: *Equisetum arvense*, *Agrostis stolonifera*, *Calamagrostis neglecta*, *Catabrosa aquatica*, *Festuca rubra*, *Elymus arenarius*, *Carex norvegica*, *C. pseudohelvola* (Norman), *C. salina* var., *C. Oederi*, *Scirpus rufus*, *S. uniglumis*, *Juncus buffonius*, *Atriplex hastatum*, *A. patulum*, *Plantago maritima* (ogsaa langt fra stranden), *Statice*, *Armeria*, *Glaux maritima*, *Matricaria inodora*, *Gentiana aurea*, *G. Amarella*, *Potentilla Anserina*, *Spergularia canina*, *Sagina nodosa*, *Stellaria crassifolia*, *S. media*, *Silene maritima*, *Cochlearia officinalis* og *Capsella Bursa pastoris*.

De vigtigste planter paa myrene og i sumpene er: *Equisetum fluviatile*, *Selaginella selaginoides*, *Catabrosa aquatica*, *Alopecurus geniculatus*, *Calamagrostis neglecta*, *Carex dioica*, *C. Goodenoughii*, *C. Oederi*, *C. irrigua*, *C. limosa*, *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum*, *Scirpus caespitosus*, *Juncus alpinus*, *J. lamprocarpus*, *J. filiformis*, *Narthecium ossifragum*, *Orchis maculatus*, *Potamogeton filiformis*, *Salix glauca* (sparsomt, nogle smaa skud), *Ranunculus Flammula*, *R. aquatilis* (forma), *Caltha palustris*, *Parnassia palustris*, *Drosera rotundifolia*, *D. longifolia*, *Viola palustris*, *Rubus*

¹ Heltzen anfører endel planter fra Trænen (særlig fra Sanna), saaledes *Silene maritima*, *Mertensia maritima*, *Cakile maritima*, *Pyrola rotundifolia*, *Galium verum* (Sanna), *Fumaria officinalis* (sammesteds i en aker), samt *Aster Tripolium*.

Chamaemorus, *Comarum palustre*, *Potentilla Tormentilla*, *Epilobium palustre*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Hippuris vulgaris*, *Callitriche vernalis*, *C. stagnalis* (Norman), *Montia fontana*, *Cornus suecica*, *Galium palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *Menyanthes trifoliata*, *Euphrasia officinalis* (coll.), *Pinguicula vulgaris*.

Paa berg og tørre bakker vokser: *Cystopteris fragilis*, *Polypodium vulgare*, *Phegopteris polypodioides*, *Athyrium Filix femina*, *Aspidium spinulosum*, *Festuca ovina* v. *vivipara*, *F. rubra*, *Poa alpina*, *Allium oleraceum*, *Plantago lanceolata*, *Rumex Acetosella*, *Sagina procumbens*, *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium tetrandrum*, *Draba incana*, *Stenophragma Thaliannum*, *Potentilla maculata*, *Sedum acre*, *S. annuum*, *Pimpinella Saxifraga*, *Calluna vulgaris* (sparsomt), *Azalea procumbens*, *Erigeron borealis*.

Ellers i utmarken optræder ogsaa: *Ranunculus acer*, *R. repens*, *Viola canina*, *Cerastium vulgatum*, *Trifolium pratense* (sj.), *Lotus corniculatus*, *Alchemilla alpina*, *Ulmaria pentapetala*, *Sorbus Aucuparia*, *Anthriscus sylvestris*, *Oxalis Acetosella*, *Empetrum nigrum*, *Galium verum* (sparsomt), *Succisa pratensis*, *Antennaria dioica*, *Achillea Millefolium*, *Leontodon autumnalis*, *Campanula rotundifolia*, *Vaccinium vitis idaea*, *V. Myrtillus*, *Veronica officinalis*, *Euphrasia officinalis* coll., *Prunella vulgaris*, *Galeopsis Tetrahit* (paa en stenet bakke, Norman), *Trientalis europaea*, *Plantago major* (paa havneganger, Norman), *Salix aurita* (enkelte smaa skud), *S. herbacea*, *Polygonum viviparum*, *Luzula campestris*, *Carex pilulifera*, *Festuca rubra*, *Poa trivialis*, *P. pratensis*, *P. annua* (i stiene), *Agrostis vulgaris*, *A. canina*, *Anthoxanthum odoratum*, *Phalaris arundinacea*, *Nardus stricta*, *Aspidium spinulosum*, *Botrychium Lunaria*, *Equisetum arvense*.

Paa hjemmejorden og i engene forekommer: *Alopecurus geniculatus*, *Agrostis canina*, *A. vulgaris*, *Aira caespitosa*, *Poa annua*, *P. pratensis*, *P. trivialis*, *Festuca rubra*, *Triticum repens*, *Phleum pratense*, *Polygonum aviculare*, *P. viviparum*, *Rumex domesticus*, *R. Acetosella*, *R. Acetosa*, *Plantago major*, *Rhinanthus minor*, *Euphrasia officinalis*, *Myosotis arvensis*, *Knautia arvensis*, *Matricaria inodora*, *Taraxacum officinale*, *Achillea Ptarmica*, *Anthriscus sylvestris*, *Carum Carvi*, *Ranunculus auricomus*, *R. acer*, *R. repens*, *Brassica campestris*, *Capsella Bursa pastoris*, *Thlaspi arvense*, *Viola tricolor*, *Stellaria media*, *Spergula arvensis*, *Melandrium sylvestre*, *Alchemilla vulgaris*, *Trifolium pratense*, *T. repens*.

I vest for Husøen ligger øen

Sanna.

Denne er 30 km.² og bekjendt for sine eiendommelige fjelde, der ligger i rad og række fra nord til syd: Nordligst Trænstaven, der

hæver sig 338 m. steilt som et taarn og kun er bestigelig fra nordvestsiden, derpaa adskilt ved et skar Breitinden 275 m., der ved en skarp, forreven eg er forbunden med den spidse, næsten ubestigelige Mjaatind, hvorefter Kirkfjeldet (178 m.), ved hvis fot ligger den store hule Kirkehelleren, og syd derfor Gampen 245 m. og endelig adskilt derfra ved en dyp kløft Gjia 161 m. Desuten bør nævnes en isolert top Naava eller Lilt Stuvén (108 m.) vest for den omtalte kløft mellem Staven og Breitind. Det geologiske underlag er granit.

Ved stranden under Trænstaven er der paa den hvide sand en vakker strandvegetation, hvorav som de mest karakteristiske skal nævnes: *Cakile maritima*, *Amnadenia maritima*, *Silene maritima*, *Statice Armeria*, *Elymus arenarius* og *Carex incurva*.

Skraaningene ved Trænstavens fot er nederst dækket av sand og overst av ur. Indtil ca. 50 m. o. h. er disse skraaninger dækket av en meget frodig og artrik vegetation, der virker rent overvældende ved sin farvepragt. Som de mest iøjnefaldende skal først nævnes: *Knautia arvensis*, *Vicia Cracca*, *V. sepium*, *Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Anthyllis Vulneraria*, *Trifolium pratense*, *Viola tricolor*, *Geranium sylvaticum*, *Melandrium sylvestre*, *Ulmaria pentapetala*, *Rosa glauca*, *Sedum acre* og *Galium verum* (tildels dominerende, allerede anført herfra av Heltzen). Desuten bør nævnes: *Ranunculus acer*, *Erysimum hieraciifolium* (især paa utsiden), *Stenophragma Thalictrum* (overmaade frodig), *Draba incana*, *Parnassia palustris*, *Viola canina*, *Silene inflata*, *S. maritima*, *Cerastium alpinum*, *C. vulgatum*, *C. tetrandrum*, *Arenaria serpyllifolia* (i mængde og meget frodig), *Geum rivale*, *Rubus saxatilis*, *Comarum palustre*, *Potentilla verna*, *Sedum annuum*, *Epilobium angustifolium*, *Carum Carvi*, *Anthriscus sylvestris*, *Archangelica officinalis*, *Erigeron acer*, *E. borealis*, *Antennaria dioica*, *Cirsium arvense*, *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum officinale*, *Hieracia* (hvorav særlig skal nævnes *H. saxifragum* f.), *Myosotis arvensis*, *Veronica officinalis*, *Rhinanthus minor*, *Euphrasia officinalis* coll., *Galeopsis Tetrahit*, *Galium boreale*, *Plantago lanceolata*, *P. maritima*, *Rumex Acetosa*, *Urtica dioica*, *Allium oleraceum*, *Triticum caninum*, *Dactylis glomerata*, *Festuca elatior*, *Poa nemoralis*, *P. glauca*, *Avena elatior*, *A. pubescens*, *Agrostis vulgaris*, *Phalaris arundinacea*, *Phleum pratense*, *Anthoxanthum odoratum*, *Aspidium Filix mas*, *A. spinulosum*, *Athyrium Filix femina*, *Cystopteris fragilis*.

Denne rike vegetation dækker ikke blot Trænstavens østside, men ogsaa sydsiden mot skaret og tildels vestsiden mot havet. De fleste arter optræder ogsaa i mængde ved foten av Breitinden. Særsilt kan merkes, at den for skogliene eiendommelige *Milium effusum* findes inde i skaret.

Enkelte av de nævnte planter vokser endog høit oppe paa Trænstaven i utilgjængelige sprækker, saaledes *Silene maritima*, *Rhodiola rosea*, *Cerastium alpinum*, *Plantago maritima*. Under fjeldet og oppe i sprækkene findes nogle skud av rogn.

Særskilt fra Breitinden skal efter Norman anføres: *Cochlearia officinalis* i en spræk paa vestsiden 60 m., *Oxalis Acetosella* paa vestlig holding 36—215 m., *Rubus idaeus*, litt krat op i urene paa østsiden, *Alchemilla vulgaris*, ei almindelig paa øen, *Sorbus Aucuparia*, 0.6—0.9 m. høi («adskillig av den»), *Galium verum*, endog opad bergvæggen i dens sprækker til 112 m., *Phegopteris polypodioides*, *Phegopteris Dryopteris*, *Polypodium vulgare*.

Flere av fjeldene er flate paa toppen og der græs- eller mosbevokset. Paa Trænstavens nordside, næsten øverst oppe, er der en temmelig stor multemyr, der i regelen gir modne multer. Opad Breitindens vestskaaning til dens høideplataa er der et mængstedes sammenhængende græsteppe, hvori især kan nævnes: *Alchemilla alpina*, fra 147—238 m. »absolut dominerende, fuldstændig beklædende marken og paa lidet nær udgjørende al vegetation« (Norman); flækkevis tæt voksende optræder ogsaa *Tormentilla erecta* og *Cornus suecica*. Som de hyppigste ellers opad vestsidens skraaning kan nævnes: *Oxalis Acetosella*, *Anthriscus sylvestris*, *Rubus Chamaemorus*, *Trifolium repens*, *Vaccinium Myrtillus*, *Trientalis europaea*, *Antennaria dioica*, *Festuca ovina*, *Anthoxanthum odoratum*.

Forlandet paa østsiden er meget myrlændt og benyttes som havnegang; slaattelandet er derimot under Trænstavens øst- og nordøstside. Paa vestsiden er der ogsaa myr- og torvland. Landet løper her ut i en lang, temmelig smal tange, der ytterst har en 42 m. høi fjeldknaus. I denne torvmark, særlig paa vestsiden, dominerer navnlig planter som *Empetrum nigrum*, *Tormentilla erecta*, *Cornus suecica*, *Festuca ovina* f. *vivipara*, *Nardus stricta*. Desuten skal fra utmarken nævnes: *Botrychium Lunaria*, *Agrostis vulgaris*, *Calamagrostis neglecta*, *Catabrosa aquatica*, *Festuca rubra*, *Molinia coerulea*, *Carex canescens*, *C. panicea*, *C. pallescens*, *C. Oederi*, *C. Goodenoughii*, *Scirpus caespitosus*, *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum*, *Juncus conglomeratus*, *J. filiformis*, *Luzula campestris*, *L. spicata*, *Orchis maculatus*, *Juniperus communis*, *Salix herbacea*, *Urtica dioica*, *Vaccinium Myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis idaea* (sj.), *Trientalis europaea*, *Veronica officinalis*, *V. serpyllifolia*, *Melampyrum pratense*, *Euphrasia officinalis*, *Gentiana campestris*, *Galium palustre*, *Campanula rotundifolia*, *Solidago Virga aurea*, *Leontodon autumnalis*, *Succisa pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Alchemilla alpina*, *Stellaria graminea*, *Sagina Linnei* (paa vestsidens tange), *S. nodosa*, *Thalictrum alpinum*, *Caltha palustris*.

I sumper og smaavand, oftest nær stranden vokser *Potamogeton natans*, *P. alpinus*, *P. filiformis*, *Sparganium affine*, *Callitriche vernalis*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus aquatilis*, og ved breddene især: *Catabrosa aquatica*, *Alopecurus geniculatus*, *Carices* (se under utmarkens planter ovenfor), *Orchis maculatus*, *Montia fontana*, *Caltha palustris*, *Ranunculus Flammula*, *R. hyperboreus*, *Cardamine pratensis*, *Epilobium Hornemanni*, *Galium palustre*.

Paa hjemmejorden eller ved husene: *Agrostis vulgaris*, *Phleum pratense*, *Alopecurus geniculatus*, *Aira flexuosa*, *A. caespitosa*, *Festuca rubra*, *F. ovina*, *F. elatior*, *Poa trivialis*, *P. pratensis*, *P. annua*, *Dactylis glomerata*, *Triticum repens*, *Juncus buffonius*, *Euphorbia helioscopia*, *Urtica urens*, *U. dioica*, *Polygonum aviculare*, *P. viviparum*, *Rumex Acetosa*, *R. Acetosella*, *R. domesticus*, *Plantago major*, *P. lanceolata*, *Knautia arvensis*, *Artemisia vulgaris*, *Achillea Millefolium*, *Matricaria inodora*, *Antennaria dioica*, *Senecio vulgaris*, *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum officinale*, *Myosotis arvensis*, *Galium verum*, *Carum Carvi*, *Ranunculus acer*, *R. repens*, *R. auricomus*, *Capsella Bursa pastoris*, *Thlaspi arvense*, *Brassica campestris*, *Viola tricolor*, *Melandrium sylvestre*, *Lychnis Flos cuculi*, *Stellaria media* (ogsaa paa bunden av hulerne), *Sagina procumbens*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Lathyrus pratensis*, *Vicia sepium*.

Strandfloraen stemmer i det hele med den for Husøen anførte. Eksempelvis skal kun nævnes: *Agrostis stolonifera*, *Calamagrostis neglecta*, *Carex salina*, *Scirpus uniglumis*, *Rumex crispus*, *Atriplex hastatum*, *Galium Aparine*, *Glaux maritima*, *Ligusticum scoticum*, *Archangelica litoralis*, *Potentilla Anserina*.

Angaaende sandfloraen ved stranden under Trænstaven er talt ovenfor.

Av fjeldplanter, der gaar like ned til havet, kan nævnes: *Luzula spicata*, *Salix herbacea*, *Erigeron borealis*, *Saxifraga caespitosa*, *Thalictrum alpinum*, *Alchemilla alpina*.

Nogle av Norman undersøkte smaaøer:

Hikelen,

en liten klippeø, syd for Husøen, hvis høieste top raker 90 m. over havet. Beboet paa nordøstspidsen.

Av planter, der forekommer ved beboede steder og paa hjemmejorden, anføres: *Rumex Acetosa*, *R. domesticus*, *Polygonum aviculare*, *Ranunculus acer*, *R. repens*, *Capsella Bursa pastoris*, *Melandrium sylvestre* (i akeren), *Stellaria media*, *Trifolium repens*, *T. pratense* (enkeltvis), *Matricaria inodora*, *Lamium purpureum*.

Ellers anføres for øen: *Athyrium Filix femina*, *Aspidium spinulosum*, *Phegopteris Dryopteris*, *P. polypodioides* (paa nordsiden adskillig av den, 57 m. o. h.), *Nardus stricta* (i mængde), *Festuca rubra*, *F. ovina*, *Carex Goodenoughii*, *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum*, *Luzula campestris*, *Orchis maculatus*, *Polygonum viviparum*, *Rumex Acetosa*, *Plantago maritima*, *Solidago Virga aurea*, *Antennaria dioica*, *Leontodon autumnalis*, *Hieracium nigrescens*, *H. silvaticum*, *Campanula rotundifolia*, *Rhinanthus minor*, *Euphrasia officinalis*, *Pinguicula vulgaris*, *Carum Carvi*, *Anthriscus sylvestris*, *Cornus suecica*, *Sedum acre*, *S. annuum*, *Caltha palustris*, *Cerastium vulgare*, *Epilobium palustre*, *Rubus Chamaemorus*, *Tormentilla erecta*, *Alchemilla alpina*, *Sorbus Aucuparia*, *Lotus corniculatus*.

Av specielle strandplanter anføres: *Cochlearia officinalis* (op til 35 m.), *Atropis maritima*, *Agrostis stolonifera* foruten *Plantago maritima*, der ogsaa findes utenfor stranden.

Skarvøen,

en liten, ubeboet ø (0.2 km.²), øst for Husøen med en bergknaus Klubben (41 m.) paa sydspidsen.

Av strandplanter anføres herfra: *Agrostis stolonifera*, *Elymus arenarius*, *Carex salina*, *Atriplex hastatum*, *A. patulum*, *Rumex crispus*, *Plantago maritima*, *Statice Armeria*, *Gentiana aurea*, *Silene maritima*, *Cochlearia officinalis* samt desuten *Galeopsis Tetrahit* (i fjæren), *Stellaria media* (likesaa i mængde).

For Klubben anføres specielt: *Aspidium spinulosum* (20 m., adskillig av den paa nordsiden), *Phegopteris polypodioides* (paa nordsiden, i en dolp), *Polypodium vulgare* (likesaa), *Athyrium Filix femina* (likesaa), *Agrostis vulgaris* (likesaa), *Calamagrostis purpurea*, *Statice Armeria* (Klubbens top), *Cornus suecica* (nordsiden i en dolp, »flækkevis tæt som en aker«), *Rubus saxatilis* (i en dolp), *Silene maritima* (høieste top), *Viola canina* (i en dolp).

Fra vaskulper anføres: *Myriophyllum alterniflorum*, *Hippuris*, *Callitriche vernalis*, *Potamogeton natans* (et tjern næsten dækket av den).

Desuten anføres for øen: *Equisetum arvense*, *E. silvaticum* (»i mængde og vakker, hele beder av den«), *Selaginella selaginoides*, *Nardus stricta*, *Anthoxanthum odoratum*, *Aira flexuosa*, *Avena elatior* (tildels i mængde), *A. pubescens*, *Poa pratensis*, *Festuca ovina* (hyppig), *F. rubra*, *Carex canescens*, *C. panicea*, *C. capillaris* (liten, men i mængde), *Eriophorum vaginatum* (hyppig), *E. angustifolium*, *Scirpus caespitosus* (hist og her, men ikke dominerende), *Luzula campestris*, *Juncus filiformis*, *J. balticus*, *Allium oleraceum* (hyppig og flækkevis dominerende), *Orchis maculatus* (hyppig

og i mængde), *Polygonum viviparum*, *Rumex domesticus*, *Plantago lanceolata*, *Valeriana excelsa*, *Succisa pratensis* (i mængde), *Solidago Virga aurea*, *Achillea Millefolium* (kun enkeltvis, men hyppig), *Hieracium nigrescens*, *H. silvaticum*, *H. dovreense*, *H. angustum*, *Campanula rotundifolia*, *Gentiana Amarella* (fleresteds og i mængde over større strækninger), *Veronica officinalis* (i mængde), *Euphrasia officinalis* (likesaa), *Rhinanthus minor*, *Melampyrum pratense* (hyppig, tildels i mængde paa flatlandet), *Pinguicula vulgaris*, *Vaccinium Myrtillus*, *V. uliginosum*, *Calluna vulgaris*, *Anthriscus sylvestris* (hyppig), *Angelica silvestris* (likesaa), *A. Archangelica* (likesaa), *Sedum acre*, *Rhodiola rosea* (hyppig over hele øen), *Ranunculus Flammula* (hyppig), *R. acer*, *Caltha palustris*, *Draba incana*, *Viola palustris*, *Parnassia palustris* (tildels i mængde), *Drosera rotundifolia*, *Melandrium sylvaticum* (ret hyppig), *Lychnis Flos cuculi*, *Cerastium vulgare*, *Stellaria media* (paa marken), *Linum catharticum* (hyppig og i mængde over store flækker), *Geranium silvaticum*, *Ulmaria pentapetala* (i temmelig mængde), *Rubus chamaemorus*, *Comarum palustre*, *Potentilla Anserina*, *Tormentilla erecta*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus pratensis*, *Vicia Cracca*.

Særlig maa merkes, at rogn skal forekomme i mængde (»yderst hyppig over den hele ø, hele flækker paa et snes m.² bevokset med den«).

I nordvest for Husøen ligger:

Søndre Sandø,

en ganske flat ø med én gaard paa nordsiden (0.2 km.²). Underlaget er granit.

Av strandplanter anføres: *Agrostis stolonifera*, *Glyceria maritima*, *Avena elatior*, *Carex incurva*, *Plantago maritima*, *Statice Armeria*, *Cakile maritima*, *Cochlearia officinalis*, *Silene maritima*, *Ammadenia peploides*, *Ligusticum scoticum* samt i mængde *Mertensia maritima* og desuten fra fjæren *Potentilla Anserina* og *Galeopsis Tetrahit*.

Av ugræsplanter og fra husenes omgivelser anføres: *Poa annua*, *P. trivialis*, *Triticum repens*, *Rumex domesticus*, *Plantago major*, *Carduus crispus*, *Matricaria inodora* (dominerende i ækrer), *Artemisia vulgaris*, *Lamium purpureum*, *Carum Carvi* (paa hjemmejordens enger i mængde), *Brassica campestris*, *Capsella Bursa pastoris*, *Silene inflata* (i ækrer), *Stellaria media*, *Trifolium repens*.

Desuten anføres fra øen: *Polypodium vulgare*, *Aspidium spinulosum*, *Botrychium Lunaria*, *Anthoxanthum odoratum*, *Alopecurus geniculatus*, *Aira caespitosa*, *Avena pubescens*, *Poa trivialis*, *Festuca rubra*, *Carex canescens*, *C. Goodenoughii*, *Luzula spicata*, *L. campestris*, *Orchis maculatus*,

Polygonum viviparum, *Rumex Acetosa*, *Valeriana excelsa*, *Succisa pratensis* (i mængde), *Erigeron borealis*, *Solidago Virga aurea*, *Antennaria dioica*, *Achillea Millefolium*, *Taraxacum officinale*, *Leontodon autumnalis*, *Hieracium sylvaticum*, *H. saxifragum*, *H. sparsifolium*, *Campanula rotundifolia*, *Galium boreale*, *G. palustre*, *G. verum* (utover engene, fleresteds i stor mængde), *Myosotis arvensis* (i og utenfor ækrer), *Veronica officinalis* (i stor mængde), *Euphrasia officinalis* (likesaa), *Rhinanthus minor* (likesaa), *Prunella vulgaris*, *Trientalis europaea*, *Anthriscus sylvestris*, *Cornus suecica*, *Sedum acre*, *Saxifraga caespitosa* (nær havets nivaa), *Ranunculus acer*, *Caltha palustris*, *Draba incana*, *Viola canina*, *Parnassia palustris*, *Melandrium sylvaticum*, *Cerastium vulgare*, *Sagina procumbens*, *S. nodosa*, *Montia fontana*, *Rubus Chamaemorus*, *Comarum palustre*, *Tormentilla erecta*, *Alchemilla alpina*, *Vicia Cracca*, *V. sepium*, *Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus*.

Liggholmen

(maaske en liten, ubeboet holme i Sannavær).

Herfra anføres av strandplanter: *Atriplex patulum*, *Plantago maritima*, *Statice Armeria*, *Cochlearia officinalis*, *Silene maritima*.

Ellers anføres herfra: *Phalaris arundinacea*, *Alopecurus geniculatus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Nardus stricta*, *Agrostis vulgaris*, *Aira flexuosa*, *A. caespitosa*, *Avena elatior*, *Poa pratensis*, *Triticum repens* (klipper ved stranden i mængde), *Carex Godenoughii*, *Juncus filiformis*, *Allium oleraceum* (i stor mængde)¹, *Orchis maculatus*, *Rumex domesticus*, *R. Acetosa*, *Polygonum aviculare*, *P. viviparum*, *Succisa pratensis*, *Valeriana excelsa*, *Solidago Virga aurea* (i temmelig mængde), *Matricaria inodora*, *Leontodon autumnalis*, *Hieracium nigrescens*, *H. sparsifolium*, *Campanula rotundifolia*, *Anthriscus sylvestris*, *Angelica Archangelica*, *Cornus suecica*, *Rhodiola rosea*, *Ranunculus Flammula*, *R. acer*, *Viola tricolor*, *Melandrium sylvestre*, *Lychnis Flos cuculi*, *Stellaria media* (i fjæren), *Cerastium tetrandrum*, *C. vulgatum*, *Sagina procumbens*, *Epilobium palustre*, *Tormentilla erecta*, *Comarum palustre*, *Rubus Chamaemorus*, *Ulmaria pentapetala*, *Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Vicia Cracca*.

I vandansamlinger er der den almindelige vegetation med *Callitriche vernalis*, *Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum alterniflorum*.

¹ Sammenlign navnet Laukoen paa en holme i Sannaværet.

Stortorva.

Hermed menes rimeligvis Store Torvær; en klippefuld ø med et par pladser, hvis areal er 0.4 km.² og høieste punkt 43 m. Det geologiske underlag er gneis.

Efter den anførte vegetation maa øen være et egte torvland med en meget fattig og ensartet vegetation. Herfra anføres nemlig: *Carex canescens*, *C. brunnescens*, *Scirpus caespitosus*, *Eriophorum vaginatum* (i mængde og vidt udbredt), *Sparganium (affine?)*, *Pinguicula vulgaris*, *Vaccinium uliginosum*, *Arctostaphylos alpina*, *Calluna vulgaris*, dominerende med *Empetrum nigrum*, *Cornus suecica*, *Sedum acre*, *Drosera rotundifolia*, *Sorbus Aucuparia* (ikke fingerhoi), *Tormentilla erecta*, *Rubus Chamaemorus* (rike multemyrer) samt ifølge Normans fortegnelse: *Cochlearia officinalis* og *Lotus corniculatus*.

Nord for Torvær og like nord for Polarcirkelen ligger:

Rosøen (Rorsø, Norman).

Denne er 0.2 km.², ubeboet og den største av de to Rosøer, hvor der ifølge Helland er saa meget græs, at 8 mand behøver 5 dager for at slaa det. Det geologiske underlag er ogsaa her gneis.

Paa øen er der et litet vand, ved hvis nordende (4 m. o. h.) ifølge Norman *Ophioglossum vulgatum* og *Holcus lanatus* har sin nordgrænse.

Av vandplanter anføres: *Potamogeton filiformis*, *Myriophyllum alterniflorum* og *Callitriche vernalis*.

Av strandplanter nævnes: *Atropis maritima*, *Elymus arenarius*, *Avena elatior*, *Carex norvegica*, *Scirpus uniglumis*, *Atriplex hastatum*, *Rumex crispus*, *Plantago maritima*, *Statice Armeria*, *Mertensia maritima*, *Gentiana aurea*, *Silene maritima*, *Ammadenia peploides*, *Cakile maritima* (1 plante), *Cochlearia officinalis* samt *Potentilla Anserina*.

Ellers anføres for øen: *Athyrium Filix femina*, *Nardus stricta* (i stor mængde), *Anthoxanthum odoratum* (i mængde), *Agrostis vulgaris*, *Aira flexuosa*, *A. caespitosa*, *Avena pubescens*, *Molinia coerulea*, *Poa pratensis*, *Carex canescens*, *C. panicea*, *C. Goodenoughii*, *Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium*, *Luzula campestris*, *Juncus balticus*, *Orchis maculatus*, *Rumex Acetosa*, *R. domesticus*, *Polygonum aviculare*, *Plantago lanceolata*, *Valeriana excelsa*, *Succisa pratensis*, *Solidago Virga aurea*, *Antennaria dioica*, *Achillea Millefolium*, *Campanula rotundifolia*, *Galium palustre*, *Gentiana Amarella*, *Veronica officinalis*, *Euphrasia officinalis*, *Rhinanthus minor*, *Myosotis arvensis* (fleresteds i mængde), *Trientalis europaea*, *Carum Carvi*, *Angelica silvestris*, *A. litoralis*, *Anthriscus silvestris*, *Cornus suecica*, *Rhodiola*

rosea, *Sedum acre*, *Ranunculus auricomus*, *R. acer*, *Caltha palustris*, *Draba incana*, *Viola canina*, *V. tricolor*, *Parnassia palustris* (i mængde), *Melandrium silvestre*, *Lychnis Flos cuculi*, *Cerastium vulgatum*, *Sagina procumbens*, *Ulmaria pentapetala*, *Tormentilla erecta*, *Comarum palustre*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus pratensis*, *Vicia Cracca*.

Ei undersøgt av NORMAN er derimot øene i

Dørvær,

en øgruppe øst for Tørvær, bestaaende av endel smaa, klippefulde øer, hvorav den beboede ø, det egentlige Dørvær, og den største av øene Buøen ligger syd for Polarcirkelen, Skarven og Ørkja nord derfor. Det geologiske underlag er granit.

Paa selve Dørvær bemerkedes av strandplanter: *Agrostis stolonifera*, *Elymus arenarius*, *Atropis maritima*, *Avena elatior*, *Carex incurva*, *Scirpus uniglumis*, *Juncus Gerardi*, *J. balticus*, *Rumex crispus*, *Atriplex hastatum*, *Plantago maritima*, *Statice Armeria*, *Glaux maritima*, *Gentiana aurea*, *Galium Aparine*, *Aster Tripolium*, *Ligusticum scoticum*, *Archangelica littoralis*, *Cochlearia officinalis*, *Cakile maritima*, *Silene maritima*, *Anmadenia peploides*, hvortil bør føies *Orchis cruentus* og *Potentilla Anserina*.

Av planter ved husene og i akreer kan anføres: *Poa annua*, *P. trivialis*, *Triticum repens*, *Polygonum aviculare*, *Rumex domesticus*, *Plantago major*, *Matricaria inodora*, *Artemisia vulgaris*, *Senecio vulgaris*, *Lamium purpureum*, *Galeopsis Tetrahit*, *Ranunculus repens*, *Fumaria officinalis*, *Brassica campestris*, *Capsella Bursi pastoris*, *Stellaria media*.

Av planter, der paa øene foretrækker skifrig underlag eller kalk, saaes: *Thalictrum alpinum*, *Anthyllis Vulneraria*, *Linum catharticum*, *Polypodium vulgare*. Fra klippegrund kan desuten herfra anføres: *Saxifraga caespitosa*, *Rhodiola rosea*, *Sedum acre*, *S. annuum*, *Draba incana*, *Pimpinella Saxifraga* og *Antennaria dioica*.

Av myr- og sumplanter kan merkes: *Alopecurus geniculatus*, *Carex Goodenoughii*, *C. Oederi*, *C. panicea*, *Scirpus caespitosus*, *Orchis maculatus*, *Ranunculus Flammula*, *Caltha palustris*, *Parnassia palustris*, *Comarum palustre*, *Rubus Chamaemorus*, *Tormentilla erecta*, *Epilobium palustre*, *Montia fontana*, *Cornus suecica*, *Galium palustre*, *Valeriana excelsa*, *Vaccinium Myrtillus*, *Pinguicula villosa*, samt som ellers vandplanter: *Potamogeton filiformis*, *Sparganium affine*, *Callitriche vernalis*, *Hippuris vulgaris* og *Myriophyllum alterniflorum*.

Paa engene og i utmarken optræder ellers: *Phegopteris Dryopteris*, *Aspidium spinulosum*, *Nardus stricta*, *Festuca rubra*, *F. ovina*, *Poa pra-*

tensis, *Aira flexuosa*, *A. caespitosa*, *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula campestris*, *Juncus filiformis*, *Polygonum viviparum*, *Rumex Acetosa*, *R. Acetosella*, *Succisa pratensis*, *Solidago Virga aurea*, *Antennaria dioica*, *Achillea Millefolium*, *Saussurea alpina*, *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum officinale*, *Campanula rotundifolia*, *Gentiana Amarella* (strandeng), *Myosotis arvensis*, *Prunella vulgaris*, *Rhinanthus minor*, *Euphrasia officinalis*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium Myrtillus*, *Anthriscus silvestris*, *Ranunculus acer*, *R. auricomus*, *Viola canina*, *Lychnis Flos cuculi*, *Melandrium silvestre*, *Sagina nodosa*, *S. procumbens*, *Cerastium vulgatum*, *Geranium silvaticum*, *Oxalis Acetosella*, *Ulmaria pentapetala*, *Geum rivale*, *Rubus saxatilis*, *Potentilla verna*, *Alchemilla vulgaris*, *A. alpina*.

Den største av øene, Buøen (0,7 km.²) består derimot av et meget ensformig torvland med en yderst triviell flora (planter som *Festuca ovina*, *Scirpus caespitosus*, *Eriophora*, *Carices*, *Empetrum*, *Cornus suecica*, *Rubus Chamaemorus*, *Tormentilla erecta*, *Calluna vulgaris* og andre lyngarter) og minder meget om det ovenfor omtalte Store Tørvær. Paa øen findes en række fjelde, hvorav det høieste, Breitinden, er 126 m. Vegetationen er her yderst sparsom og triviell (lyngarter, *Luzula spicata*, *Festuca ovina*, *Lycopodium Selago*).

Endnu goldere og mere nakne er de klippefulde øer Ørkja og Skarven. Like nord for Dørvær ligger øgruppen

Selvær.

Den største ø, Gaardsø, er 0,4 km.² og beboet. Underlaget er her skifer med nogle smaa kalkfelter. Dette er ogsaa tilfældet med de nærliggende smaaøer, medens underlaget paa de nordligere er gneis med smaa granitfelter. Paa Gaardsø er der mange smaa knauser og hauger, men alle er temmelig lave. Her har saavel NORMAN (1885) som jeg selv botanisert.

Av strandplanter skal anføres: *Silene maritima*, *Ammadenia peploides*, *Archangelica littoralis*, *Galium Aparine*, *Mertensia maritima*, *Glaux maritima*, *Statice Armeria*, *Plantago maritima* (hyppig, ogsaa fjernet fra stranden), *Aster Tripolium*, *Atriplex patulum*, *A. hastatum*, *Rumex crispus*, *Juncus Gerardi* (ogsaa midt paa øen), *Triglochin maritima*, *Scirpus uniglumis*, *Elymus arenarius* (hist og her, sparsomt), *Atropis maritima*, *Avena clatior*.

Av planter, der specielt forekommer paa kalkterrænet, skal nævnes: *Thalictrum alpinum*, *Draba incana*, *Arenaria serpyllifolia*, *Linum catharticum*, *Anthyllis Vulneraria*, *Saxifraga oppositifolia*, *Primula scotica*, *Listera ovata*, *Carex glauca*, *Avena pubescens*, *Polypodium vulgare*.

Desuten kan merkes paa tørre berg: *Allium oleraceum*, *Viola canina*, *V. tricolor*, *Sagina procumbens*, *Cerastium vulgatum*, *C. tetrandrum* (flere-steds, like til fjæren), *Vicia Cracca*, *Potentilla verna*, *Rosa glauca*, *Alchemilla alpina*, *Sedum acre*, *Sedum annuum*, *Saxifraga caespitosa*, *Carum Carvi*, *Pimpinella Saxifraga*, *Galium boreale*, *Erigeron borealis*, *Saussurea alpina*, *Antennaria alpina*, *Veronica officinalis*, *Empetrum nigrum* (sparsomt), *Botrychium Lunaria*.

Paa myr forekommer: *Alopecurus geniculatus*, *Molinia coerulea*, *Orchis maculatus*, *Narthecium ossifragum*, *Juncus filiformis*, *Carex canescens*, *C. Goodenoughii*, *C. panicea*, *C. Oederi*, *C. capillaris*, *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum*, *Scirpus caespitosus*, *Calluna vulgaris* (daarlig utviklet), *Vaccinium uliginosum*, *V. Myrtillus*, *Pinguicula vulgaris*, *Galium palustre*, *Valeriana excelsa*, *Crepis paludosa*, *Angelica silvestris*, *Ranunculus Flammula*, *Caltha palustris*, *Viola palustris*, *Drosera rotundifolia*, *Lychnis Flos cuculi*, *Sagina nodosa*, *Parnassia palustris*, *Comarum palustre*, *Tormentilla erecta*, *Rubus Chamaemorus*.

Fra et litet tjern skal nævnes: *Myriophyllum alterniflorum*, *Hippuris vulgaris*, *Callitriche vernalis*, *Montia fontana* og *Cardamine pratensis* f. *propagulifera* NORM.

Paa engene og i utmarken optræder foruten endel av de nævnte ogsaa: *Equisetum arvense*, *Athyrium Filix femina*, *Anthoxanthum odoratum*, *Nardus stricta*, *Agrostis vulgaris*, *Aira flexuosa*, *A. caespitosa*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca ovina*, *F. rubra*, *F. elatior*, *Carex pallens*, *Luzula campestris*, *L. spicata*, *Polygonum viviparum*, *Anthriscus silvestris*, *Ranunculus auricomus*, *R. acer*, *R. repens*, *Stellaria graminea*, *Melandrium silvestre*, *Geranium silvaticum*, *Ulmaria pentapetala*, *Geum rivale*, *Rubus saxatilis*, *Alchemilla vulgaris*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus pratensis*, *Plantago lanceolata*, *Succisa pratensis*, *Solidago Virga aurea*, *Achillea Millefolium*, *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum officinale*, *Hieracium silvaticum*, *H. Dovrense*, *Galium verum* (paa hjemmejorden, ei langt fra søen), *Euphrasia officinalis*, *Rhinanthus minor*, *Prunella vulgaris*, *Trientalis europaea*.

Særskilt bør merkes, at der i en litt fugtig forsænkning findes nogle 0,3 m. høie vidje-busker, som NORMAN henfører til *Salix glauca* og siger er »de eneste repræsentanter for *Salix* i Trænen herred«. Foruten den nævnte art er der dog ogsaa *S. lapponum* og *S. nigricans*, likesom enkelte skud av denne slekt ogsaa findes paa andre øer (se under Husø og Sanna).

Av busker findes desuten fleresteds *Sorbus Aucuparia*.

I akre og ved husene forekommer av ukrudsplanter:

Poa annua, *P. trivialis*, *Polygonum aviculare*, *Rumex domesticus*, *Galeopsis Tetrahit*, *Myosotis arvensis*, *Senecio vulgaris*, *Matricaria inodora*, *Artemisia vulgaris*, *Carum Carvi*, *Ranunculus repens*, *Fumaria officinalis*, *Brassica campestris*, *Capsella Bursa pastoris*, *Stellaria media* (»ekklusivt under fiskehjellene«, NORMAN), *Potentilla Anserina* (»ved en vei, noget fjernet fra søen«, NORMAN).

Fra en holme, Kvanngjuvet (»ubeboet, men hvor der slippes sau«), der av NORMAN henføres til Selvær, men ei findes paa rektangelkartet, anfører NORMAN: *Dactylis glomerata*, *Agrostis vulgaris*, *Avena elatior*, *A. pubescens*, *Listera ovata* (paa vestsiden i mængde), *Orchis maculatus*, *Urtica dioica*, *Plantago lanceolata*, *Statice Armeria*, *Valeriana excelsa*, *Solidago Virga aurea*, *Erigeron borealis*, *Artemisia vulgaris*, *Galium boreale*, *Prunella vulgaris*, *Euphrasia officinalis*, *Rhinanthus minor*, *Carum Carvi*, *Anthriscus silvestris*, *Angelica silvestris*, *A. Archangelica*, *Pimpinella Saxifraga*, *Sedum acre*, *Ranunculus acer*, *Draba incana*, *Cochlearia officinalis*, *Viola canina*, *V. tricolor*, *Silene maritima*, *Melandrium silvestre*, *Stellaria media*, *Cerastium tetrandrum* (fleresteds og i mængde), *C. vulgatum*, *Arenaria serpyllifolia*, *Linum catharticum*, *Ulmaria pentapetala*, *Tormentilla erecta*, *Anthyllis Vulneraria*.

Jordsmonnet i Trænen herred dannes av skjælsand og myr, det første saaledes især paa Sanna, hvorimot Husøen er meget myrlændt. Der er mangesteds god og dyp torvjord, saa der foruten den opdyrkede mark paa flere øer ikke er saa litet jordsmon, som lot sig oparbeide. Aker og eng utgjør 1,2 km.². Der saaes især byg og avles nok poteter til husbehov. Paa de større øer er der udmerket havnegang, og de fleste mindre benyttes til beite for smaafeet.

Undersøkelser paa fastlandet.

Fastlandet i Luroy prestegjeld paa østsiden av Aldersundet er et av de vakreste partier i Nordland. Ret over for Alderens alpeformer hæver sig nemlig i række og rad høie, spidse tinder, nordligst den kegleformede Okstind (786 m.), dernæst adskilt derfra ved Olvikskaret de forrevne og takkede Liatinder (indtil 935 m.) og saa avbrutt ved Vasvatnets dalføre en hel række spidse tinder, der i disse trakter benævnes Hauglandstindene, ikke som paa kartet Silatindene, hvorav den høieste, Nonstind, er 951 m. Men hvor indbydende disse end kan synes for turister, saa er de litet tillukkende for botanikere. De ser allerede paa afstand svarte og nøgne ut, som man kan vente det av granitfjelde paa Nordlands kyst. Dog i skarp modsætning hertil staar skraaningene under Liatindene fra gaarden Lien til Bratland og videre partiene langs Vasvatnets dalføre og især Aas-aasen og de nedre partier av Klubben op for Aas og videre skraaningene av Hauglandstindene indtil pladsen Laukbakken. De er grønklædte, græs- og tildels skogklædte. Underlaget er her skifer med mægtige kalklag.

I de svære urer under Okstindene paa nordsiden av Olvikvand er der dog tiltrods for graniten en interessant flora. Dette er jo ogsaa ellers ofte tilfældet i mot syd vendende urer. De benævnes Almeliën efter flere ret store almetrær, der findes spredt der blandt den glisne samling av birketrær og de store stener. Som man kunde formode, findes der sammen med almen en samling av boreale planter, nemlig *Asperula odorata*, *Linaria vulgaris*, *Stachys silvaticus*, *Actaea spicata*, *Thalictrum flavum*, *Turritis glabra*, *Erysimum hieracifolium*, *Arabis hirsuta*, *Hypericum hirsutum* og *Geranium Robertianum* samt *Tanacetum vulgare*, *Polemonium coeruleum* og *Silene rupestris*.

Desuten indsamledes her flere interessante *Hieracia*.

Ogsaa under Liatindene mot Aldersundet og i aasen op for Bratland findes der nogle faa almetrær. Vegetationen er ogsaa her i de birke-

klædte skrenter temmelig frodig, men naar fraregnes planter som *Thalictrum flavum*, *Hypericum quadrangulum*, *Polemonium coeruleum* og *Barbarea stricta*, saa jeg kun den sedvanlige livegetation, og de hoiere partier dannes likesom Liatindene, som ovenfor nævnt, av granit. Fra Resmaalskammene nord for Resmaalsvand under østpartiet av de nævnte tinder kan anføres, at *Viscaria alpina* her optræder i mængde, samt at *Cobresia Bellardii* fandtes temmelig sparsomt øverst oppe paa en av kammene paa skifrig underlag.

Langt interessantere er Aas-aasen, ret op for gaarden Aas ved Aldersundet. Underlaget er her omtrent i hele aasen kalk, en fortsættelse av kalklagene ret over sundet paa Alderens østside. Størstedelen av aasen er birkeklædt like til dens høieste punkt, 350 m. Men fleresteds træder de nakne kalkberg frem i dagen, og her begynder allerede faa meter over havflaten flere kalkplanter at vise sig, saaledes *Dryas*, *Astragalus alpinus*, *Euphrasia Salisburgensis* og *Erigeron borealis*, ja endog *Chamaecorchis alpinus* i en høide av ikke fuldt 20 m. o. h. Høiere oppe støter man paa flere kalkelskende fjeldplanter, som *Triticum violaceum*, *Gymnadenia albida*, *Salix reticulata*, *S. myrsinites*, *Veronica fruticans*, *Carex rupestris* og *Asplenium viride* — og sammen med disse som ellers endel kalkelskende lavlandsplanter som *Phegopteris Robertiana*, *Epipactis atrorubens* og *Anthyllis Vulneraria*, og fra vestsidens fugtige birkeliet kan nævnes *Cystopteris montana*. Som en merkelyghet skal anføres, at jeg oppe paa plataaet i kalkgrus fandt strandplanten *Gentiana aurea* blandt *Dryas*.

Ogsaa opad det bakenfor liggende høiere fjeld Klubben optræder endel av disse planter samt desuten *Oxytropis lapponica*, *Cobresia Bellardii* og *Equisetum variegatum*. Her blir dog efterhaanden den almindelige hoi-fjeldsflora mere raadende — planter som *Carex lagopina*, *Luzula arcuata*, *Sibbaldia probumbens*, *Saxifraga caespitosa*, *S. rivularis*, *Epilobium alsinifolium*, *E. Hornemannii* og andre samt op imot høiden (604 m.) *Cerastium Edmondstonii*. Klubben er med en ryg forbundet med den nærmeste av Hauglandstindene, men da disse ogsaa paa nært hold viste sig at bestaa av nakne berg og storstenede urer, fandt jeg det ei umaken værdt at undersøke dem nærmere.

Ogsaa paa øst- og sydsiden av det øst for Aas-aasen liggende vand Vasvatnet (104 m. o. h.) er der nogle lavere kalkberg, saaledes henimot Bratland: Dyrnakken, hvor blandt andet bemerkedes *Dryas*, *Draba hirta*, *Saxifraga nivalis*, *S. Cotyledon* og *Epilobium collinum* samt merkelyg nok i saa ringe høide over havet *Ranunculus glacialis*. Paa sydøstsiden

av vandet saaes ogsaa paa en lav kalkaas *Dryas*, *Aplemum viride*, *Erigeron borealis* og *Triticum violaceum*.

For dog allikevel at undersøke et av de høiere granitfjeld valgte jeg at bestige Vastinden, der hæver sig med en litt kuppelformet top 1008 m. o. h. sydøst for Vasvatn. Fjeldet bestiges med lethed fra sydøst, medens det til de andre sider har steile styrtninger. Vegetationen i de birkeklædte luer og opad skaret paa sydøstsiden var vistnok mangesteds temmelig frodig, men frembød litet av interesse, kun birkeliens sedvanlige planter. Nævnes fortjener maaske, at *Tanacetum vulgare* her som ellers ved Aldersundet, hvor den benævnes Tanse, er temmelig almindelig i liene. Opad fjeldsiden mot høideplataet optræder der ogsaa paa flere steder en ret frodig, men ei synderlig interessant fjeldflora. Eksempelvis skal nævnes: *Erigeron borealis*, *Petasites frigidus*, *Gentiana nivalis*, *Antennaria alpina*, *Arabis alpina*, *Saxifraga rivularis*, *S. nivalis*, *S. stellaris*, *S. caespitosa*, *Cerastium alpinum*, *Viscaria alpina*, *Sagina Linnaei*, *Epilobium Hornemannii*, *E. lactiflorum* og mellem urenes stener som almindelig ellers: *Cryptogramme crispa*, *Lycopodium Selago*, *Poa glauca*, *Luzula arcuata* og *Cardamine bellidifolia*. Oppe paa plataet saaes en flerhet av disse planter samt *Saxifraga cernua* og *Cerastium Edmondstonii*.

Syd for Vasvatnet ligger i en gryte det lille vand Svartvatn (175 m. o. h.) og adskilt derfra ved en høideryg Silavatnet (26 m.). Liene ned mot begge disse er meget bratte og særlig ned mot det sidste urede eller græs- og birkeklædte. I den særdeles frodige livegetation ned mot Silavatnet fandtes *Hypericum hirsutum* og ved at slaa tilside den tætte bestand av høie bregner, turt, skoggeranium o. s. v. en bundvegetation av *Circaea alpina* og *Asperula odorata*. Den sidste pleier i disse trakter at ledsage almen, og nogle trær herav likesom ogsaa hassel skal efter sigende forekomme inderst inde ved vandet. Her er der ogsaa et nes, der benævnes Almneset, hvorav igjen er dannet rektangelkartets Almnestind paa det ovenfor liggende fjeld, der her i trakten benævnes Grønfjeldet, fordi dette tar sig grønt ut i motsætning til de nakne fjelde ved Silavaagen og ellers paa nordsiden av Sjona.

Sjona

er en fjordarm, der gaar ind nord for Ranenfjorden mellem Handnesøen og fastlandet i Lurøy herred. Inderst inde deler fjorden sig i en nordøstlig arm Nordsjona eller Nordfjorden og en sydøstlig Sørfjorden. Paa fjordens nordside er det geologiske underlag granit, medens det paa sydsiden er skifer. Motsætningen mellem fjordsiderne er meget skarp; medens det høie fjeldparti paa nordsiden for størstedelen er avskoldet som efter en

skog- og lyngbrands herjinger, sammesteds like fra strand til top, er nordvestsiden skrenter grønklædte. Paa nordsiden er det derfor kun strandkanten, der kan indbyde til undersøkelse. Strandfloraen kan vistnok her flersteds være temmelig rikholdig. Ytterst ute ved bunden av Silavaagen, der gaar ind til Silen, er der saaledes en utpræget smaastenet strandflora med *Annamadenia*, *Mertensia*, *Cakile*, *Silene maritima*, *Elymus*, og længere inde f. eks. ved Flostrand mere fugtig-sumpig græsmark med planter som *Agrostis stolonifera*, *Carex glareosa*, *C. norvegica*, *C. salina*, *C. Oederi*, *Juncus Gerardi*, *Atriplex hastatum*, *A. patulum*, *Glaux maritima*, *Stellaria crassifolia* tildels sammen med disse.

Fra nordsiden av Sjona utgaar der dog et par dalfører i nordlig retning, der optages av temmelig store vand, nemlig nord for Flostrand Strandvatnet (5 km. langt og 0,7 km. bredt), der fortsætter i et dalføre op til Strandtindene, og kun adskilt derfra ved en smal fjeldryg, Graavatn (5 km. langt og 0,8 km. bredt), der nedtil er forbundet med Lillevatn og atter kun ved en meget smal hoideryg er skilt fra Helgaavatnet (5 km. langt og 1 km. bredt). Langs Strandvandets østre bred er der litt løvskog. Det samme er ogsaa tilfælde i dalbunden nord for vandet samt litt birk- og granskog (med en og anden furu) langs Helgaavatnet, især paa østsiden. Dalbunden syd for Helgaavatnet er meget myrlændt. Her saaes en og anden hendøende furu. I myrene fandtes her av litt sjeldnere planter *Carex rariflora* og *Scheuchzeria palustris* samt i et litet tjern nær Lillevatnets østside den paa disse kanter sjeldne *Nymphaea alba*. Ellers er der i liene, særlig paa østsiden av Helgaavatnet, en meget frodig livegetation med høie bregner (hvoriblandt *Aspidium montanum*), græsarter og sedvanlige liplanter som *Geranium silvaticum* etc. samt tildels en interessant *Hieracium*-flora.

I den inderste del av Nordsjona, særlig mot fjordbunden Pollen og det indenfor liggende vakre Pollvand er der ogsaa litt skog av birk og gran med en temmelig frodig livegetation, hvoriblandt især *Hieracium*-floraen gjorde sig gjældende.

Blandt strandfloraen baade nedenfor gaarden Nordfjorden og inderst i Pollen tiltrækker navnlig *Lathyrus maritimus* sig opmerksomheten. I Nordland har jeg ei bemærket den andre steder, men av M. N. BLYTT angives den ogsaa for Ranen. Sydgrænsen i det nordlige Norge er Næro.

Paa Stornibba (423 m.) i fjeldpartiet mellem Nordfjorden og Sørfjorden fandtes paa skifrig grundlag litt *Dryas*, *Carex pedata* og *C. rupestris* samt *Gentiana campestris*. I de birkeklædte eller myrlændte skraainger ned mot Sørfjorden var der ellers en triviell flora.

Det inderste av Sørfjorden er meget utgrundet, og indover mot Sjonbotnet er der derfor i leren en utpræget strandflora med planter som *Atriplices*, *Salicornia europæa*, *Spergularia canina*, *Stellaria crassifolia*, *Gentiana aurea*, *G. detonsa*, *Glaux maritima*, *Catabrosa aquatica*, *Atropis maritima*, *Agrostis stolonifera* og lignende.

Paa fjordens sydside mellem Sjonbotnet og Jægtstrand er der myrland, men under de steile skrenter mot det inderste av fjorden henimot Sjonbotnet samt mellem Myklebostad og Stiauren vokser paa underlag av skifer og kalk foruten endel interessante *Hiëracier* planter som *Aspidium Lonchitis*, *Asplenium viride*, *Carex ornithopus*, *Gentiana campestris*, *Erigeron borealis*, *Thalictrum alpinum* og *Salix reticulata*.

Skiferen og kalken fortsætter i skraaningene ned mot det lave eide mellem Myklebostad og Utskarpen i Ranen med litt birkekrat ovenfor det myrlændte, delvis opdyrkede flatland.

Fra Stiauren falder fjeldet steilt ut mot fjorden, men oventil er der flere terrasser og adskillig birkekrat med frodig liflora i skraaningene. Underlaget er her paa hele sydsiden av Sjona skifer med enkelte kalkstrøk og paa fjeldskraaningen utover mot Fransviken saaes allerede nedenfor birkegrænsen *Astragalus alpinus*, *Thalictrum alpinum*, *Salix reticulata*, *S. myrsinites* og *Cystopteris montana*, og paa enkelte steder over trægrænsen var *Dryas* formationsdannende med spredt forekomst av *Asplenium viride*, *Carex rupestris* og *C. atrifusca*.

Denne skifer- og kalkflora er utvilsomt sammenhengende med den A. BLYTT omtaler i Nesnefjeldene ytterst paa

halvøen mellem Sjona og Ranenfjorden.

Langs sundet fra Nesne ut mot Handnesoen til Fransviken er der her et forholdsvis flatt forland med temmelig tæt bebyggelse, medens der mot Ranenfjorden kun er bebyggelse ytterst ute, da fjeldene her ellers gaar steilt ned, mangededs like ned til havet. Fjeldene paa halvøen er sydvestligst Kjølen (446 m.), nordøst herfor Hammerøfjeld (763 m.), Breiskartind (740 m.), Nordvikfjeld (842 m.) og nord herfor Fransvikfjeld (740 m.).

Fjeldpartiet Kjølen dannes av skifer med kalk især langs hoidedraget til Breiskartind samt i skrentene ovenfor Hammerøen. Derimot bestaar størsteparten av Hammerøfjeldet og Breiskartind mot Ranenfjorden av granit, medens skiferen fortsætter langs Lillesjona til Fransviken. Litt løvskog og krat er der nederst i fjeldskraaningen mot det omtalte forland henimot Fransviken samt syd for Kjølen og Hammerøfjeldet, mest av birk. I skraaningene ovenfor Hammerø er der litt alm.

A. Blytt har botanisert paa Kjolen (ret op for kirken, »Nesnefjeld« og »Ørnefjeld«) samt paa fjeldsiderne ovenfor Hammerø. Av de herfra anførte planter fremgaar det, at man her har den samme flora paa skiferen og kalken som paa øene utenfor. Særlig bør nævnes *Carex pedata*, *Cobresia Bellardii*, *Potentilla nivea* (Nesnefjeld, Ørnefjeld) likesom paa Handnesoen samt *Oxytropis lapponica* (sammesteds), men ei ute paa øene, *Chamaecorchis alpinus* (Nesnefjeld), ei heller paa øene. De to sidste findes dog, som ovenfor omtalt, straks nord for Sjona paa skiferen og kalken paa fastlandet mot Aldersundet, saa der ogsaa paa fastlandet er stor overensstemmelse i floraen paa de forskjellige kalk- og skiferpartier.

Ellers nævner A. Blytt fra Nesnefjeld: *Cryptogramme crispa*, *Cystopteris montana* (birkebeltets øvre del), *Botrychium boreale*, *Lycopodium clavatum* f. *lagopus*, *Carex rupestris*, *C. lagopina*, *C. alpina*, *C. atrifusca*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Gymnadenia albida*, *Salix lanata*, *Hieracium Dovrense* f. *obtusum*, *H. crocatum* f. *angustifolium*, *Myosotis silvatica*, *Veronica alpina*, *Diapensia lapponica*, *Cerastium trigynum*, *Viola biflora* og *Sibbaldia procumbens*. Kun fra Ørnefjeldet nævnes *Triticum violaceum*.

Paa kalken under fjeldet synes der ogsaa at være den samme flora som ellers ute paa kysten. Saaledes angives for Nesne: *Polypodium vulgare*, *Avena pubescens*, *Polygala vulgare*, *Rosa mollis*, *Hypericum hirsutum* (under Nesnefjeld paa nordsiden). Fra Nesne anføres desuten: *Onoclea Struthopteris*, *Botrychium Lunaria*, *Agrostis canina*, *Phragmites communis*, *Carex pulicaris*, *C. fulva*, *Eriophorum latifolium*, *Juncus conglomeratus*, *Orchis incarnatus* (vistnok = *cruentus* f.), *Sparganium submuticum*, *Tanacetum vulgare*, *Crepis tectorum*, *Thymus Serpyllum* (ifølge M. N. Blytt), *Aconitum septentrionale*, *Corydalis intermedia* (ifølge stud. med. Dometius), *Sagina nodosa*, *Stellaria graminea*.

Av ugræsplanter nævnes *Fumaria officinalis*. Hertil maa ogsaa regnes *Cerastium viscosum* (= *glomeratum*). Strand i Nesne og *Sedum maximum*, ugræs i akre ved Sandnes i Nesne.

Av specielle strandplanter anføres for Nesne: *Carex incurva*, *C. glareosa*, *C. salina* (med f. *haematolepis*), *C. maritima*, *Juncus balticus*, *Ruppia rostellata*, *Zostera maritima* med f. *angustifolia* samt *Mertensia maritima*.

Fra urene ved Hammerø anføres en temmelig artrik flora i selskap med alm: *Asplenium Trichomanes*, *A. viride*, *Pteridium aquilinum*, *Polypodium vulgare*, *Aspidium Lonchitis*, *Cryptogramme crispa* (nede ved sjøen), *Polygonatum verticillatum*, *Aconitum septentrionale*, *Geum urbanum*, *Rosa mollis*, *Vicia silvatica*, *Hypericum quadrangulum*, *H. hirsutum*, *Viola mirabilis*, *Pyrola media*, *Stachys silvaticus*, *Scrophularia nodosa*, *Campanula*

latifolia, *Hieracium corymbosum* samt som sedvanlig i selskap med almen *Asperula odorata*.

Det ytre fastland syd for Ranenfjorden er ikke undersøkt av nogen botaniker. Langs kysten er der litt bebygning. Ellers optages det av Lifjeldenes fjeldkjæde indtil Laavongsbugten og Laavongsdalen, der fører over til bunden av Leirfjorden. Det geologiske underlag er omtrent overalt granit, hvorfor landskapet i det hele ser temmelig nakent ut. De lavere fjeldsider er dog tildels grønkledt med litt birkekrat.

Det samme skal ogsaa være tilfælde med skrentene i de trange dalfører, der paa enkelte steder gaar ind i fjeldmassen. Ved Laavongsbugten er der gneis og skifer med endel kalkpartier, hvorfor floraen der turde være interessantere, men ellers er der her og i Laavongsdalen store myrstrækninger, hvoriblandt gode multemyrer. I Ranadalen, der fra nordvest støter til Laavongsdalen omtrent midtveis over til Leirfjorden, er der ved gaardene Randalen samt paa Rundfjeldet i de lavere skraaninger litt gran, hvorav enkelte trær kan brukes til hustømmer, likesom der ogsaa her findes enkelte furutrær. Ogsaa Ranadalen er meget myrlændt.

Derimot besøkte jeg de fjordarmer, der gaar ind i fastlandet i nordøstlig retning likeoverfor nordøstpynten av Alsten, Meisfjorden og Leirfjorden.

Meisfjorden

er en meget trang arm, der gaar ind ved Leinesodden ret over for Sandnessjøen og fortsætter 9 km. indover. Paa det bredeste er den i sin ytre del litt over 0,5 km. og smalner derefter jevnt av indover.

Det geologiske underlag stemmer ganske med det paa Alstens nordøstparti, glimmerskifer med kalkstenslag, paa sydsiden omtrent uavbrutt langs stranden til bunden og paa nordsiden især fra Krokvik til Ulvangen. Jordsmonnet bestaar av sandblandet ler og er forholdsvis godt skikket for kornavl og england. Fra Krokvik av paa nordsiden og det ret over liggende Holmvik findes der litt birkekrat og særlig fra Krokvik av litt hassel. Endel hasselbusker findes ogsaa paa sydsiden mellem Baatstøen og Hjartland i Leirfjorden. Likeledes skal der ifølge R. JUUL forekomme ikke saa litet hassel i den fra Meisfjorden ved en smal tange skilte Ulvangsfjord, særlig ved Reines og Ulvangen. Under fjeldet paa nordsiden findes ogsaa litt gran og furu.

Kalkfloraen paa nordspidsen av Alsten fortsætter paa Leinesodden. Særlig skal herfra nævnes: *Hippophaës rhamnoides*, *Viburnum Opulus*, *Arabis hirsuta*, *Draba incana*, *Polygala vulgare*, *Sagina nodosa*, *Linum*

catharticum, *Anthyllis Vulneraria*, *Erigeron acer*, *E. borealis*, *Gentiana campestris*, *Gymnadenia conopsea*, *Orchis masculus*, *Epipactis atrorubens*, *Listera ovata* og *Carex ornithopus*.

Denne flora fortsætter indover paa sydsiden til fjordbunden. Særlig skal fra denne strækning nævnes *Salix reticulata* ved Skjoraasviken like nede ved stranden paa kalk, *Erysimum hieracifolium* like ved husene ved Holmvik samt *Mercurialis perennis* i selskap med *Urticum* i birkekrat nær Ytterenget.

Av størst interesse er dog maaske vegetationen ved Krokvik og hasselkrattene indenfor holmen paa fjordens nordside. Vegetationen her minder likesom den paa Skei ved Alsten ikke saa litet om fjordene paa Vestlandet og om Østlandet. I hasselkrattene optræder saaledes blandt andet: *Calamagrostis Epigeios*, *Carex digitata*, *Orchis masculus*, *Epipactis atrorubens*, *Listera ovata*, *Lathyrus vernus*, *Thalictrum flavum*, *Hypericum hirsutum* og *Mercurialis perennis*. Ogsaa de øvrige fra sydsiden nævnte planter optræder her.

Under hasselbuskene mellem Baatstoen i det indre av fjorden og Hjartland ved Leirfjorden fandtes ogsaa *Lathyrus vernus* og *Mercurialis*. Endvidere kan nævnes *Naumburgia thyrsiflora* ved Ulvängen paa nordsiden samt, at *Aconitum* er almindelig i Meisfjorden likesom paa Alsten.

Mellem Meisfjordens bund og Leland i Leirfjorden er der derimot paa myrlandet i det hele en fattig flora. *Phragmites*, der i det hele er temmelig sjelden i Helgeland, saaes her fleresteds.

Leirfjorden

gaar ind i østnordøstlig retning mellem Alsten og fastlandet og fortsætter indover fra Alstens nordøstspids. Bredden er fra 1 km. til henved 4,5 km.

De lavere partier ved denne fjord dannes likesom i Meisfjorden av skifer og kalk. Den sidste optræder især langs nordsiden like fra odden mot Meisfjorden til Hjartland, midt for Meisfjordens bund, og fortsætter derfra over Tømmervik og Lelandsaasen til Leland samt tildels avbrutt indover til morænen foran Storvandet. Desuten forekommer ogsaa kalkaaser fra Nes i det indre av fjorden i nordøstlig retning over til Tovaaasen og Skaret mot Laavongsbugten, i Leiraasen ved Storvandet samt mellem Simsøen og Skogan nær bunden av Meisfjorden. Hoidepartiet bakenfor over til Ranenfjorden dannes derimot av granit.

Kalkfloraen stemmer i det hele med den for Meisfjorden og Alsten anførte, særlig for de sydlige (boreale) planters vedkommende. Fra Lelandsaasen skal spesielt fremhæves *Mercurialis perennis*, *Lathyrus vernus*,

Hypericum hirsutum, *Viola mirabilis*, *Stachys silvaticus* og *Scrophularia nodosa*, alle dog i temmelig faa eksemplarer i birkekrattet. Fra Lelands omegn kan merkes: *Polypodium vulgare*, *Asplenium Trichomanes*, *Woodsia ilvensis*, *Avena pubescens*, *Poa alpina*, *P. glauca*, *Carex ornithopus*, *Paris quadrifolia*, *Arenaria serpyllifolia*, *Arabis hirsuta*, *Draba incana*, *Sedum acre*, *Alchemilla *filicaulis*, *Linum catharticum*, *Polygala vulgare*, *Epilobium collinum*, *Polemonium coeruleum*, *Pyrola media*, *P. rotundifolia* og *Erigeron acer*.

Litt længere ute i fjorden utenfor Tømmerviken findes der paa skraaningene ned mot fjorden litt hasselkrat og sammen med dette som vanlig planter som *Lathyrus vernus*, *Thalictrum flavum*, *Hypericum hirsutum*, *Asperula odorata* samt *Viburnum Opulus*. Ogsaa ved den utenfor liggende gaard Hjärtland skal der efter sigende vokse litt hassel, hvilket jo staar i forbindelse med forekomsten ved Baatstøen i Meisfjorden, hvorom ovenfor er talt.

Ogsaa indenfor Leland forekommer der litt hassel ved Breiland, hvor ogsaa bemerkedes *Epipactis atrorubens* og *Listera ovata*, likesom der ogsaa ellers indover paa kalkaasene findes en og anden av de for Leland anførte planter.

Derimot saaes her likesom i Meisfjorden kun faa av kalkfloraens fjeldplanter paa de lavere partier ned mot sjøen. Nævnes kan kun: *Asplenium viride*, *Woodsia alpina*, *Trisetum spicatum*, *Thalictrum alpinum*, *Draba hirta*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. aizoides*, *Erigeron borealis* f. *ramosus* (tildels meget frodig) og *Carex rupestris* (sparsomt paa Leiraasen), men ikke de for øenes kalkberge saa karakteristiske *Dryas* og *Salix reticulata*.

Skog, væsentlig av birk, findes paa kalk- og skiferpartiene, og litt furu forekommer i Simsødalen og under fjeldet ved Breiland, men ellers er granitfeltene temmelig nakne.

I torvgravene forekommer særlig *Potamogeton filiformis*, *P. alpinus* og *Sparganium submuticum* og paa myrene kun den vanlige myrvegetation. Store partier av torvmyrene kunde dog la sig opdyrke. Jordsmonnet er i det hele udmerket velskikket for dyrkning, hvorfor der forefindes flere gode gaarder baade i henseende til græs- og kornavl. »Leirfjorden kunde bli en av Nordlands bedste kornbygder« (Helland).

Ogsaa paa fastlandet likeoverfor nordøstsiden av Alsten er der flere-steds kalkpartier, saaledes ved Kviting og Dagsviken, en fortsættelse av kalken paa sydsiden av Hellesviken paa Alsten. Under en kort ekskursion ved Kviting saa jeg dog kun de paa kalken almindeligste planter, som *Asplenium viride*, *Arabis hirsuta*, *Draba incana*, *Thalictrum alpinum*, *Saxifraga aizoides*, *Poa alpina*.

Videre undersøkelser foretokes ikke i de ytre dele av Helgeland. Derimot undersøktes tildels indgaaende store strækninger av Vefsen, Hatfjelddalen, Korgen og Mo.

Vefsen.

I dalførene er der her for en stor del ler og dyp muldjord, og særlig er de lavere liggende daler skikket til kornavl. Store deler av hoveddalførene og de større sidedaler er derfor godt opdyrket. Korn dyrkes like til 40—50 km. fra Vefsenfjordens bund. Høstfrost indtræder dog ofte i de indre trakter, og kornavlingen har i de senere aar gaat noget tilbake, da det oftere har hændt, at kornet ikke er blit modent paa grund av fugtig og koldt veir.

Skogen er efter Vefsens nordlige beliggenhet meget væksterlig. Særlig er det granen, der er det almindelige skogtræ, mindre utbredt og især i spredte bestande op under aasene og paa myrene forekommer furu. Desuten er der adskillig birkeskog. Av trær forekommer ellers: or, asp, rogn, hæg, vidjearter og litt alm.

Ved bunden av Vefsenfjorden botaniserte jeg endel i Mosjøens omgivelser, særlig paa Øifjeld og under Dolstadaasen. Her er glimmerskifer og marmorlag vidt utbredt. Dog optræder gneis ved foten av Øifjeldet og øverst oppe granit.

I Mosjøens omgivelser har der tidligere særlig været botanisert av J. M. Norman og R. Fridtz.

Øifjeldet ligger ret over for Mosjøen og styrter for største delen steilt ned mot fjorden og elven. Den lavere del likeoverfor Mosjøen er dog skogbevokset. Fjeldets høide er 841 m. Paa min ekskursion fulgte jeg Trangskaret op paa vidden; nedturen lagdes om Høglitjern ned til Øvre Øien.

Vegetationen er i liene særdeles frodig; birkelienes vegetation blandes med kalkbergenes, og adskillige fjeldplanter optræder deriblandt.

Efter Fridtz's og mine egne optegnelser skal meddeles en fortegnelse over de planter, der forekommer paa fjeldet.

I liene optræder: *Athyrium Filix femina*, *A. alpestre*, *Phlegopteris polypodioides*, *Ph. Dryopteris*, *Aspidium Lonchitis*, *A. Filix mas*, *A. spinulosum* med f. *dilatatum*, *A. montanum*, *Cystopteris montana*, *Pteridium aquilinum*, *Blechnum Spicant*, *Onoclea Struthopteris*, *Botrychium Lunaria*, *Equisetum pratense*, *E. arvense*, *E. silvaticum*, *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *Juniperus communis*, *Picea excelsa*, *Phalaris arundinacea*,

Anthoxanthum odoratum, *Milium effusum*, *Nardus stricta*, *Phleum alpinum*, *Agrostis vulgaris*, *A. canina*, *Calamagrostis purpurea*, *Aira caespitosa*, *A. flexuosa*, *Molinia coerulea*, *Melica nutans*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *P. nemoralis*, *P. glauca*, *P. alpina*, *Festuca ovina*, *F. rubra*, *Triticum caninum*, *Carex canescens*, *C. brunnescens*, *C. alpina*, *C. Buxbaumii*, *C. atrata*, *C. pulla*, *C. Goodenoughii*, *C. vaginata*, *C. pallescens*, *C. capillaris*, *Juncus alpinus*, *Luzula pilosa*, *L. campestris*, *L. spicata*, *Tofieldia palustris*, *Paris quadrifolia*, *Convallaria majalis*, *Polygonatum verticillatum*, *Majanthemum bifolium*, *Orchis maculatus*, *Platanthera bifolia*, *Coeloglossum viride*, *Listera cordata*, *Corallorrhiza innata*, *Salix pentandra*, *S. caprea*, *S. hastata*, *S. nigricans*, *S. phylicifolia*, *S. glauca*, *S. lapponum*, *S. lanata*, *Populus tremula*, *Betula odorata*, *Alnus incana*, *Ulmus montana*(?), *Rumex Acetosa*, *Oxyria digyna*, *Polygonum viviparum*, *Sagina procumbens*, *S. Linnaei*, *Stellaria nemorum*, *S. graminea*, *S. longifolia*, *S. alpestris*, *Cerastium alpinum*, *Melandrium silvestre*, *Trollius europaeus*, *Aconitum septentrionale*, *Actaea spicata*, *Ranunculus acer*, *Anemone nemorosa*, *Thalictrum alpinum*, *Arabis hirsuta*, *A. alpina*, *Draba incana*, *Rhodiola rosea*, *Saxifraga stellaris*, *S. aizoides*, *Ribes rubrum*, *Prunus Padus*, *Sorbus Aucuparia*, *Alchemilla alpina*, *A. *acutidens*, *A. *filicaulis*, *A. *glomerulans*, *Ulmaria pentapetala*, *Rubus idaeus*, *R. saxatilis*, *Geum rivale*, *Potentilla verna*, *P. erecta*, *Fragaria vesca*, *Anthyllis Vulneraria*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Lotus corniculatus*, *Astragalus alpinus*, *Lathyrus vernus*, *L. pratensis*, *Vicia silvatica*, *V. sepium*, *V. Cracca*, *Geranium silvaticum*, *G. Robertianum*, *Oxalis Acetosella*, *Empetrum nigrum*, *Viola biflora*, *V. Riviniana*, *V. canina*, *Daphne Mezereum*, *Epilobium angustifolium*, *E. lactiflorum*, *E. Hornemannii*, *E. alsinifolium*, *E. palustre*, *Circaea alpina*, *Carum Carvi*, *Pimpinella Saxifraga*, *Angelica silvestris*, *Archangelica officinalis*, *Anthriscus silvestris*, *Cornus suecica*, *Pyrola minor*, *P. rotundifolia*, *P. uniflora*, *P. secunda*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium Myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis idaea*, *Trientalis europaea*, *Gentiana campestris*, *Myosotis silvatica*, *Ajuga pyramidalis*, *Stachys silvaticus*, *Brunella vulgaris*, *Scrophularia nodosa*, *Veronica serpyllifolia*, *V. alpina*, *V. officinalis*, *V. Chamaedrys*, *Euphrasia officinalis*, *Bartschia alpina*, *Rhinanthus minor*, *Pedicularis palustris*, *Melampyrum pratense*, *M. silvaticum*, *Pinguicula vulgaris*, *Galium boreale*, *G. palustre*, *Linnaea borealis*, *Valeriana excelsa*, *Campanula latifolia*, *C. rotundifolia*, *Solidago Virga aurea*, *Erigeron acer*, *Antennaria dioica*, *Gnaphalium norvegicum*, *G. silvaticum*, *G. supinum*, *Achillea Millefolium*, *Tussilago Farfara*, *Cirsium heterophyllum*, *Saussurea alpina*, *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum croceum*, *Mulgedium alpinum*, *Crepis paludosa* og *Hieracia*.

Paa mere sumpig grund (saaledes ved Hoglitjern) findes: *Equisetum palustre*, *Selaginella selaginoides*, *Triglochin palustris*, *Hierochloa odorata*, *Alopecurus geniculatus*, *Carex dioica*, *C. pauciflora*, *C. canescens*, *C. Buxbaumii*, *C. pulla*, *C. flava*, *C. Oederi*, *C. panicea*, *C. limosa*, *C. irrigua*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Scirpus caespitosus*, *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum*, *Juncus filiformis*, *J. triglumis*, *J. lamprocarpus*, *Narthecium ossifragum*, *Betula nana*, *Montia fontana*, *Caltha palustris*, *Drosera rotundifolia*, *D. longifolia*, *Parnassia palustris*, *Rubus Chamacmorus*, *Comarum palustre*, *Callitriche verna*, *Epilobium palustre*, *Viola palustris*, *Menyanthes trifoliata*.

Overst i skaret fandtes *Dryas* og i nærheten: *Salix reticulata*, *Gymnadenia albida*, *Carex rupestris*, *Equisetum variegatum*, *Epilobium collinum*, *Silene rupestris*, *Asplenium viride*, *Polypodium vulgare* og *Cystopteris fragilis*.

Oppe paa fjeldet var der kun en triviel fjeldflora med planter som: *Cryptogramme crispa* (i urene), *Lycopodium Selago*, *L. alpinum*, *Carex rigida*, *Juncus trifidus*, *Salix herbacea*, *Cerastium trigynum*, *Silene acaulis*, *Ranunculus glacialis* (ifølge Fridtz), *Rhodiola rosea*, *Saxifraga Cotyledon*, *S. oppositifolia*, *Alchemilla alpina*, *Sibbaldia procumbens*, *Azalea procumbens*, *Arctostaphylos alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Vaccinia*, *Diapensia lapponica*, *Veronica alpina*, *Gnaphalium supinum*, *Taraxacum croceum*, *Hieracium alpinum*, foruten endel av de for fjeldliene anførte. Nævnes maa dog, at der i universitetsherbariet ligger eksemplarer av *Primula stricta*, samlet av Norman paa fjeldet.

Dolstadaasen. Skraaningene og skrentene i denne aas dannes av skifer og kalk. De høiere partier bestaar tildels av gabbro. Vegetationen her fra liene ovenfor kirken til Andaas er paa sine steder maaske frodigere end under Øifjeld og overgaar dette i planterigdom paa grund av de mange kalkplanter. Naar undtages kystplanterne *Aspidium montanum*, *Blechnum Spicant* og *Narthecium* samt endel høifjeldsplanter (deriblandt *Dryas*), gjenfindes vistnok her alle for Øifjeldet anførte. Av planter, der ei bemerkedes paa Øifjeldet, skal anføres herfra: *Phegopteris Robertiana*, *Carex muricata*, *C. digitata*, *C. ornithopus*, *Eriophorum latifolium*, *Orchis masculus*, *Epipactis atrorubens*, *Listera ovata*, *Ulmus montana*, *Arenaria serpyllifolia*, *A. ciliata* (indtil 152 m., Norman), *Moeckringia trinervia*, *Silene venosa*, *Ranunculus Ficaria*, *Thalictrum flavum*, *Cardamine silvatica*, *Stenophragma Thalianum*, *Turritis glabra*, *Erysimum hieraciifolium*, *Corydalis intermedia*, *Rosa cinnamomea*, *R. glauca*, *R. mollis*, *Geum urbanum*, *Potentilla argentea*, *Linum catharticum*, *Impatiens Noli tangere*, *Hypericum hir-*

sutum, *Viola mirabilis*, *Gentiana amarella* (nær skihytten ved Andaas sammen med *Epipactis atrorubens*), *Polemonium coeruleum*, *Asperula odorata*, *Viburnum Opulus*, *Tanacetum vulgare*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Lactuca muralis*, *Lapsana communis*, *Hieracium glomeratum*.

I det hele turde Dolstadaasen betegnes som en av de interessanteste lokaliteter i Helgeland.

Ogsaa paa skifæren og kalken under Moaasen paa sydsiden av Skjerva ret over for Dolstadaasen saaes endel av de fra Dolstadaasen nævnte planter, saaledes *Asplenium viride*, *Epipactis atrorubens* og *Hieracium glomeratum* samt voksende sammen: *Pyrola uniflora*, *P. minor*, *P. rotundifolia*, *P. media* og *P. chlorantha* (den sidste ei ellers set i Helgeland).

Under aasen ned mot Skjerva saaes i mængde *Cypripedium Calceolus*, *Poa remota*, *Calamagrostis Epigeios*, *C. purpurea*. *Salix reticulata* forekom her meget frodig paa kalken sammen med *Cystopteris montana* og *Phegopteris Robertiana*. Nede ved elven fandtes strandplanten *Carex incurva*.

Ogsaa ellers er kalkfloraen ved Mosjøen av interesse. Paa Halsøen saaes saaledes: *Euphrasia Salisburgensis*, *Veronica fruticans*, *Erigeron borealis*.

Paa grund av de nærliggende hoifjelde (især Øifjeld) gaar ogsaa ellers flere fjeldplanter her ned til søen, f. eks. *Astragalus alpinus*, *Silene acaulis*, *Saxifraga oppositifolia*, *Oxyria digyna*, *Juncus triglumis*.

Strandfloraen. En stor del av de fra kysten anførte strandplanter gaar like ind til Mosjøen. Her skal kun nævnes en del karakterplanter som *Agrostis stolonifera*, *Atropis maritima*, *Elymus arenarius*, *Carex incurva*, *C. glareosa*, *Scirpus rufus*, *S. uniglumis*, *Triglochin maritima*, *Juncus Gerardi*, *Plantago maritima*, *Statice Armeria*, *Glaux maritima*, *Cochlearia officinalis*, *Cakile maritima*, *Stellaria crassifolia*, *Sagina maritima* (Skjervas utløp), *Ammadenia peploides*.

Av sjeldnere myr- og vandplanter skal nævnes: *Carex diandra* (Helledesmyrene), *Nasturtium palustre* (ifølge Thomle), *Naumburgia thyrsiflora* (i en grøft mellem Mosjøen og Halsøen), *Nymphaea alba* (Andaastjern og Mokjøn). Fra sidstnævnte vand skal ogsaa anføres: *Nuphar pumilum*, *Potamogeton filiformis*, *P. alpinus* og fra breddene *Stellaria crassifolia* f. *pallidosa* og *Veronica scutellata*.

I Bjørnaaen henimot Moaasen saaes *Potamogeton perfoliatus*. Desuten skal anføres fra Mosjøens nærmeste omegn: *Agrostemma Githago* (i et skoleherbarium), *Barbarea stricta*, *Alchemilla subcrenata* (paa eng paa Halsøen).

Bjørnaadalen. Kalkfloraen fortsætter opover Bjørnaadalen, hvorigennem hovedveien fra Mosjøen indover Vefsen gaar det første stykke. Det er her især granen, der er skogdannende.

Fra Alsgaarden, 10 km. fra Mosjøen, skal væsentlig efter Normans angivelser anføres følgende planter: *Onoclea Struthopteris*, *Cystopteris fragilis*, *C. montana*, *Avena pubescens*, *Poa alpina*, *Carex alpina*, *C. digitata*, *C. ornithopus*, *Convallaria majalis*, *Majanthemum bifolium*, *Ulmus montana*, *Daphne Mezereum*, *Erigeron acer*, *Artemisia vulgaris* (paa hjemmejorden, Norman), *Achillea Ptarmica* (ved veikanter og grøfter, Thomle), *Lappula deflexa*, *Veronica Chamaedrys*, *Sedum annuum*, *Arabis hirsuta*, *Draba incana*, *Erysimum hieraciifolium*, *Viola mirabilis*, *V. Riviniana*, *Moehringia trinervia*, *Arenaria ciliata*, *Cerastium alpinum*, *Hypericum hirsutum*, *Impatiens Noli tangere*, *Epilobium montanum*, *E. collinum*, *Rosa cinnamomea*, *Anthyllis Vulneraria*, *Lathyrus vernus*, *Vicia silvatica*.

Endnu interessantere er dog floraen ved Store og Lille Bjørnaavand (74 og 62 m. o. h.) samt Ravatnet (118 m. o. h.), 16—18 km. fra Mosjøen. Skogvegetationen dannes ogsaa her mestendels av gran, tildels dog ogsaa av birk.

Fra disse lokaliteter skal anføres av planter, der særlig trives paa kalken: *Asplenium viride*, *Phegopteris Robertiana*, *Cystopteris montana*, *Woodsia alpina*, *W. ilvensis*, *Equisetum scirpoides*, *Calamagrostis Epigeios*, *Avena pubescens*, *Triticum caninum*, *T. violaceum*, *Carex rupestris*, *C. ornithopus*, *C. digitata*, *Eriophorum latifolium*, *Convallaria majalis*, *Gymnadenia conopsea*, *G. albida*, *Epipactis atrorubens*, *Cypripedium Calceolus* (ved Store Bjørnaavand og Ravatnet), *Salix reticulata*, *Ulmus montana* (vestsiden av Lille Bjørnaavand), *Moehringia trinervia*, *Actaea spicata*, *Thalictrum flavum*, *T. alpinum*, *Arabis hirsuta*, *Braya alpina* (i mængde i kalkgrus ved Ravasengen og Ravatnet), *Erysimum hieraciifolium*, *Draba incana*, *Geum urbanum*, *Dryas octopetala* med f. *argentea*, *Alchemilla vulgaris* **pubescens* (spredt langs veien like til Fellingfors), *Rosa cinnamomea*, *Astragalus orboides*, *A. alpinus*, *Vicia silvatica*, *Hypericum hirsutum*, *Viola mirabilis*, *Daphne Mezereum*, *Epilobium collinum*, *Circaea alpina*, *Pyrola rotundifolia*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Gentiana nivalis*, *Stachys silvaticus*, *Scrophularia nodosa*, *Veronica fruticans*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Erigeron borealis*, *E. acer* med **rigidus*.

Fra disse trakter er maaske ogsaa *Galium triflorum*, der av Sig. Thor er samlet i Vefsen.

Endel av disse planter, som *Cypripedium Calceolus*, *Epipactis atrorubens* og *Cystopteris montana* optræder ogsaa paa Bjørnaavandets vestside under

Rosvoldfjeldet. Oppe paa skrentene saaes ogsaa her paa kalk *Dryas*, *Salix reticulata* og *Carex rupestris*.

Ogsaa naar man kommer over den adskillende skogaas fra Bjørnaadalen ned i Vefsenelvns hoveddalføre, støter man, især paa vestsiden, paa kalk og skifer med den derhen hørende vegetation, saaledes nær Stimmoen: *Asplenium viride*, *Carex ornithopus*, *Salix arbuscula*, *Erigeron acer*, *Draba hirta* og *Arenaria serpyllifolia*.

I Lille Bjørnaavand saaes *Nuphar pumilum* og i Blankkjøn foruten denne *Potamogeton alpinus*, *P. filiformis* og *P. gramineus*, og ved breddene av sidstnævnte vand *Stellaria crassifolia* f. *paludosa* og *Naumburgia thyrsiflora* blandt *Carices* som *C. Goodenoughii*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata* og *C. diandra*.

Ved Klubvand paa Øksendalsfjeldet paa Vefsenelvns vestside saaes blandt andet: *Carex Buxbaumii*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. pulla*, *C. Oederi*, *C. flava*, *C. limosa*, *C. irrigua* og deriblandt: *Epilobium davuricum*, *E. alsinifolium*, *Veronica scutellata*, *Coralliorrhiza innata*, *Eriophorum latifolium* og *Equisetum variegatum*.

Paa dyrket eng saaes ved Fokstad nogle tilfældig indførte planter som *Saxifraga granulata* (opdaget her av A. Landmark), *Galium Mollugo* og rimeligvis indkommet paa samme vis *Primula officinalis* og *Chrysanthemum Leucanthemum*. Ved grøfter syd for gaarden bemerkedes ogsaa her *Achillea Ptarmica*.

Øvre Vefsen. Fra Ravatnet bøier veien ned mot Vefsenelvns dalføre for det meste gjennom granskog; under Kjønaasen, ca. 3 km. ovenfor Laksfors, er der dog litt furu, der ellers holder sig litt mere op under aasene. Ved veiens synkning ned mot Laksfors, 30 km. fra Mosjøen, er der væsentlig older og birk.

Fra Laksfors foretoges en ekskursion op paa Eiteraafjeldet, ret over paa den anden side av Vefsenelven. Det geologiske underlag er her gneis med litt kalk og skifer under fjeldet.

I gran- og birkeregionen var der her kun den sedvanlige livegetation og ovenfor birkegrænsen til toppen av Mandalsaksla (984 m.) kun en triviell høifjeldsflora med planter som *Carex rigida*, *Luzula spicata*, *L. Wahlenbergii*, *Diapensia lapponica*, *Arctostaphylos alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Azalea procumbens*, *Ranunculus pygmaeus*, *Saxifraga stellaris*, *S. rivularis*, *Cardamine bellidifolia*, *Silene acaulis*, *Cerastium trigynum*, *C. alpinum* samt desuten *Silene rupestris*.

Paa kalkterræn under fjeldet bemerkedes *Carex rupestris* og *Gymnadenia albida*.

Fra Laksfors av fortsætter granskogen igjen med endel avbrytelser like frem til Fellingfors (43 km. fra Mosjøen). Vegetationen er her langs veien meget ensformig skog- og engvegetation; av og til er der dog litt kalkberg med litt mere avveksling.

Ved Fellingfors optræder paa kalken endnu endel av de ovenfor anførte kalkplanter, saaledes *Woodsia alpina*, *Carex digitata*, *C. ornithopus*, *Arabis hirsuta*, *Draba hirta*, *Saxifraga nivalis*, *Alchemilla* **pubescens*.

Ved Baatfjeldmo 2.5 km. syd for Fellingfors bøier dalen ret mot øst, saa den blir en tverdal lodret paa den forrige retning. Vefsendalens retning mot syd helt til grænsen mot Nordre Trondhjems amt (80 km. fra Mosjøen) fortsættes av *Svenningdalen*. Omtrent 2 km. syd for Baatfjeldmo gaar dalføret Stavasdalen i vestlig retning til den sydlige ende av Eiteraadal, et myrlændt og tildels skogbevokset dalføre vest for Eiteraafjeldet.

Inderst inde mellem Stavasdalen og den i Svenningdalselven utløpende Hjortskarelv ligger et høit fjeldparti: Grønfjeld (811 m.), Lille Blaa-fjeld (898 m.) og Blaa-fjeld (1289 m.) med store snebræer. Til dette fjeldparti foretok jeg en ekskursion fra Fellingfors ad følgende rute: Nedre Svenningdal — gaarden Stavasdal — over Grønfjeld til Nedre Hjortskarmosæter og derfra tilbake Svenningdalen nedover. Mellem Nedre Svenningdal og Stavasdal er der skogpartier med almindelig skogvegetation, og veien gjennom Svenningdalen fører gjennom ensformig naaleskog.

Grønfjeld bestaar derimot for største delen av skifer og kalk, og vegetationen var derfor her oppe paa snaufjeldet temmelig rik. Nævnes skal først skifer- og kalkplanter som *Woodsia alpina*, *Equisetum variegatum*, *E. scirpoides*, *Carex rupestris*, *C. pedata*, *Gymnadenia albida*, *Chamaecorchis alpinus*, *Salix myrsinites*, *S. reticulata*, *Thalictrum alpinum*, *Dryas octopetala*, *Anthyllis Vulneraria*, *Astragalus alpinus*, *Veronica fruticans*.

Desuten er her den almindelige høifjeldsflora meget rikelig repræsenteret. Saaledes skal blandt andet nævnes: *Lycopodium alpinum*, *L. Selago*, *Aira alpina*, *Poa alpina* f. *vivipara*, *Carex lagopina*, *C. brunnescens*, *C. alpina*, *C. atrata*, *C. rigida*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Juncus trifidus*, *J. triglumis*, *J. bighumis*, *Luzula arcuata* **confusa*, *L. spicata*, *Tofieldia palustris*, *Salix herbacea*, *S. glauca*, *S. lapponum*, *S. phyllifolia*, *S. lanata*, *S. hastata*, *Alsine biflora*, *Cerastium vulgare* **alpestre*, *C. trigynum*, *Ranunculus pygmaeus*, *Cardamine bellidifolia*, *Arabis alpina*, *Saxifraga stellaris*, *S. Cotyledon*, *S. nivalis*, *S. oppositifolia*, *S. aizoides*, *S. cernua*, *Potentilla verna*, *Alchemilla* **glomerulans*, *A. alpina*, *Viola biflora*, *Epilobium lactiflorum*, *E. Hornemannii*, *E. anagallidifolium*, *Arctostaphylos alpina*, *Azalea*

procumbens, *Gentiana nivalis*, *Veronica alpina*, *Euphrasia* **minima*, *Erigeron borealis*, *E. uniflorus*, *Gnaphalium supinum*, *Antennaria alpina*, *Saussurea alpina*, *Taraxacum croceum*, *Leontodon autumnalis* f. *asperior*, *Hieracium alpinum*.

Vegetationen paa skraaningene av Blaa fjeld ovenfor bræene gav derimot indtryk av at være meget sparsom og kun at bestaa av de haardforeste fjeldplanter.

Av sjeldnere planter fra heldningene mot Hjortskarmo skal kun her nævnes *Epilobium davuricum* og den i disse trakter paa fjeldmyrene ei sjeldne *Pedicularis Sceptrum Carolinum*.

Ogsaa videre langs veien mellem Fellingfors og det næste skyssskifte Kløvjemo er underlaget nede i dalen skifer, hist og her med marmorbænker. Ogsaa her er der dog væsentlig naaleskog med en fattig vegetation paa de tørre bergknauser. Ved veien henimot Kløvjemo kom jeg dog gjennem et helt rosenflor av *Rosa cinnamomea*.

Fra de tørre bakker og knauser ved Kløvjemo skal anføres: *Woodsia alpina*, *Poa alpina*, *P. glauca*, *Agrostis vulgaris*, *Trisetum spicatum*, *Carex ornithopus*, *Rumex Acetosella*, *Cerastium vulgare*, *Sedum acre*, *Saxifraga nivalis*, *Fragaria vesca* (i største mængde, en av de bedste jordbærlokaliteter i Vefsen), *Arabis hirsuta*, *Erysimum hieraciifolium*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Lappula deflexa*, *Erigeron acer*, *Gnaphalium silvaticum*, *Crepis tectorum*, *Hieracium Auricula*, *H. lapponicum* **dissolutum*.

Fiplingdalen og Børgefjeld.

Omtrent 5 km. øst for Kløvjemo utgaar Lille og Store Fiplingdal fra Vefsendalføret i sydvestlig retning. Dalbunden i disse dalfører er temmelig myrlændt og krat- eller skogbevokset. Skogen har her lidt megen skade ved uthugst, saa at der nu mest findes birketrær, medens tidligere (ifølge Helland, Nordlands amt, s. 713) Nedre Fiplingvand har været omgitt av stor furuskog.

Fra Kløvjemo tok jeg om gaarden Hallingen en længere ekskursjon gjennem Lille Fiplingdal over Baraasen ned til Fiplingkroken, nær nordenden av Nedre Fiplingvand. Herfra foretokes ekskursjoner saavel mot vest til Kapfjeldets skraaninger som mot øst til Børgefjeldet.

De partier av sidstnævnte vidtløftige fjeldparti, der besøktes, var Storreveiskaret, hvorfra er overgang til Grublandshaug i Susendalen, Løipiskaret med Golverfjeld samt myrene ved vandets nordende.

Det geologiske underlag i selve dalen og de nedre for det meste skogklædte skrenter er glimmerskifer med enkelte marmorlag; ovenfor

dette er der et forholdsvis smalt belte av gneis, medens den inderste og høieste del av fjeldet dannes av granit¹.

Av vegetationen paa myrene kan anføres: *Blechnum Spicant*, *Aspidium spinulosum*, *Equisetum palustre*, *E. fluviatile*, *Selaginella selaginoides*, *Pinus silvestris*, *Triglochin palustris*, *Hierochloa odorata*, *Alopecurus geniculatus*, *Agrostis canina*, *A. vulgaris*, *Calamagrostis neglecta*, *C. purpurea*, *Vahlodea atropurpurea*, *Phragmites communis*, *Molinia coerulea*, *Poa trivialis* (mellem Hallingen og Kløvjemo), *Carex dioica*, *C. pauciflora*, *C. capitata* (mellem Hallingen og Lille Fiplingdal), *C. chordorrhiza*, *C. stellulata*, *C. canescens*, *C. brunnescens*, *C. loliacea*, *C. Goodenoughii*, *C. Buxbaumii*, *C. pulla*, *C. flava*, *C. Oederi*, *C. vaginata*, *C. panicea*, *C. irrigua*, *C. rariflora* (Storveiskardalen og ved Nordli), *C. capillaris*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. vesicaria* (med f. *alpigena*), *Scirpus caespitosus*, *Eriophorum alpinum*, *E. vaginatum*, *E. angustifolium*, *Juncus filiformis*, *J. castaneus*, *J. lamprocarpus*, *J. alpinus*, *Luzula multiflora*, *Tofieldia palustris*, *Orchis maculatus*, *Listera cordata*, *Salix pentandra*, *S. phylicifolia*, *S. nigricans*, *S. glauca*, *S. lappomum*, *Betula pubescens*, *B. nana*, *Alnus incana*, *Montia fontana*, *Stellaria alpestris*, *Thalictrum alpinum*, *Caltha palustris*, *Cardamine pratensis*, *Drosera longifolia*, *D. rotundifolia*, *Saxifraga stellaris*, *S. aizoides*, *Parnassia palustris*, *Potentilla erecta*, *Comarum palustre*, *Rubus Chamaemorus*, *Viola palustris*, *V. biflora*, *Epilobium palustre*, *E. alsinifolium*, *E. Hornemanni*, *Cornus suecica*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium uliginosum*, *V. Oxycoccus*, især **microcarpum*, *Menyanthes trifoliata*, *Euphrasia officinalis* (coll.), *Pedicularis palustris*, *P. Sceptum Carolinum*, *Pinguicula vulgaris*, *Galium palustre*.

I fjeldliene optræder den almindelige subarktisk-subalpine flora med planter som *Athyrium Filix femina*, *A. alpestre*, *Phlegopteris polypodioides*, *Ph. Dryopteris*, *Aspidium Filix mas*, *A. spinulosum*, *Equisetum silvaticum*, *E. pratense*, *E. arvense*, *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Milium effusum*, *Phleum alpinum*, *Agrostis vulgaris*, *Calamagrostis purpurea*, *Aira caespitosa*, *A. flexuosa*, *Melica nutans*, *Poa pratensis*, *P. nemoralis*, *Festuca rubra*, *Carex atrata*, *C. Buxbaumii*, *G. vaginata* (og andre for myrene anførte *Carices*), *Scirpus caespitosus*, *Luzula multiflora*, *Polygonatum verticillatum*, *Salices* (de for myrene anførte), *Populus tremula*, *Betula pubescens*, *Alnus incana*, *Rumex Acetosa* **arifolius*, *Stellaria nemorum*, *S. longifolia*, *S. alpestris*, *Cerastium alpinum*, *Melandrium silvestre*, *Trollius europaeus*, *Aconitum septentrionale*, *Actaea spicata*, *Anemone nemorosa*,

¹ Se videre Geologiske iagttagelser fra Borgefjeld av Gunnar HOLMSEN, Norges geol. undersøgelses aarb. f. 1908 nr. 3.

Ranunculus platamifolius (under Baraasen), *R. acer*, *Ribes rubrum*, *Prunus Padus*, *Sorbus Aucuparia*, *Ulmaria pentapetala*, *Rubus saxatilis*, *Geum rivale*, *Alchemilla *acutidens*, *A. *glomerulans*, *Lotus corniculatus*, *Geranium silvaticum*, *Viola canina* (især **montana*), *Daphne Mezereum*, *Epilobium angustifolium*, *Angelica silvestris*, *Archangelica officinalis*, *Pyrola minor*, *Trientalis europaea*, *Myosotis silvatica*, *Ajuga pyramidalis*, *Euphrasia officinalis* (coll.), *Melampyrum pratense*, *M. silvaticum*, *Rhinanthus minor*, *Linnaea borealis*, *Valeriana excelsa*, *Campamula rotundifolia*, *C. latifolia*, *Solidago Virga aurea*, *Gnaphalium norvegicum*, *Achillea Millefolium*, *Tussilago Farfara*, *Cirsium heterophyllum*, *Leontodon autumnalis*, *Mulgedium alpinum*, *Crepis paludosa*, *Hieracia*.

Allerede nede i birkebeltet blander sig med disse subarktiske planter flere av de egentlige fjeldplanter (arktiske), og disse blir oppe i vidjebeltet og ovenfor dette i lav-sneregionen mere og mere eneraadende.

Av denne »arktiske« flora skal anføres: *Equisetum arvense* f. *alpestre*, *Lycopodium Selago*, *L. alpinum*, *Agrostis borealis*, *Trisetum spicatum*, *Poa glauca*, *Festuca ovina*, *Carex pulla*, *C. rigida*, *C. alpina*, *C. capillaris*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Juncus trifidus*, *J. triglumis*, *Luzula multiflora *sudetica*, *L. spicata*, *Coeloglossum viride*, *Salix lanata*, *Oxyria digyna*, *Sagina Linnaei*, *Cerastium alpinum*, *Silene acaulis*, *Ranunculus acer*, *Thalictrum alpinum*, *Arabis alpina*, *Cardamine pratensis*, *Rhodiola rosea*, *Saxifraga stellaris*, *S. nivalis*, *S. Cotyledon*, *Sibbaldia procumbens*, *Potentilla verna*, *Alchemilla alpina*, *Astragalus alpinus*, (*Viola biflora*), *Empetrum nigrum*, *Epilobium lactiflorum*, *E. Hornemanni*, *Azalea procumbens*, *Arctostaphylos alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Diapensia lapponica*, *Trientalis europaea*, *Gentiana nivalis* (ogsaa nede i dalen, saaledes i mængde mellem Hallingen og indgangen til Lille Fjellingdal), *Veronica alpina*, *Euphrasia officinalis* (**minima* et **latifolia*), *Pedicularis lapponica*, *Erigeron borealis*, *E. uniflorus*, *Antennaria alpina*, *Gnaphalium supinum*, *Petasites frigidus*, *Saussurea alpina*, *Taraxacum croceum*, *Hieracium alpinum*.

Særskilt skal anføres følgende, der især tilhører sneregionen: *Poa alpina* f. *vivipara*, *P. laxa*, *Catabrosa algida*, *Carex rufo*, *C. lagopina*, *Juncus biglumis*, *Luzula Wahlenbergii*, *Luzula arcuata* (med **confusa*), *Salix herbacea*, *S. polaris*, *Alsine biflora*, *Cerastium Edmondstonii*, *C. trigynum*, *Ranunculus glacialis*, *R. pygmaeus*, *R. nivalis*, *Cardamine bellidifolia*, *Saxifraga stellaris *comosa*, *S. nivalis* f. *tenuis*, *S. cernua*, *S. rivularis*, *Epilobium anagallidifolium*. Ved snevandsbækkene optræder foruten disse mange av de ovenfor anførte fugtighed elskende fjeldplanter.

Disse lister utviser dog kun en omtrent normal høifjeldsflora; av specielle kalk- og skiferplanter saaes kun de almindeligste — som *Carex ru-*

pestris, *Salix reticulata*, *S. myrsinites* og *Thalictrum alpinum*. Utprægede skiferplanter som *Dryas*, *Veronica fruticans*, *Carex pedata*, *C. atrifusca* savnedes.

Fra de tørre kalkberge nede ved elven kan av xerophile planter nævnes: *Trisetum spicatum*, *Poa alpina*, *Gentiana nivalis*, *Galium boreale*, *Erigeron borealis*.

Smaatjerndalen og Kapfjeldet. Vest for Fiplingdalen og vandet ligger Baraasen, der er klædt med birkeskog næsten til de høieste partier (650—763 m.). I den frodige livegetation overraskedes jeg her ved at finde *Ranunculus platanifolius*, som jeg ei ellers har set i Helgeland. Paa den anden side av aasen er der en forsænkning, Smaatjerndalen, der kan betragtes som fortsættelse av Lille Fiplingdalen. Herfra skal anføres *Juncus castaneus*, *Vahlodea atropurpurea* og *Carex atrifusca*, der ei var bemærket i Fiplingdalen.

Paa den anden side av Smaatjerndalen hæver Kapfjeldet sig til en høide av 1173 m. Under dette fjeld fandtes paa kalkholdig underlag *Dryas* i mængde sammen med endel av de almindeligste kalk- og skiferplanter, nemlig: *Equisetum variegatum*, *Carex rupestris*, *C. atrifusca*, *Gymnadenia albida*, *Salix myrsinites*, *S. reticulata*, *Thalictrum alpinum*, *Astragalus alpinus*, *Veronica fruticans* og *Erigeron borealis* og i selskap med disse en forholdsvis rikholdig repræsentation av almindelige fjeldplanter.

Derimot var der oppe paa selve Kapfjeldet, saavidt jeg kunde se ved et flygtig besøk, kun den sedvanlige høifjeldsflora, med de samme karakterplanter (f. eks. *Ranunculus glacialis*, *R. pygmaeus*, *R. nivalis*, *Carex lagopina* o. s. v.) som paa Børgfjeld, deriblandt dog ogsaa *Salix polaris*. Store deler av fjeldsiden dækkes tildels av bræer og store urer.

Hatfjelddalen.

Efter disse undersøkelser fortsattes reisen til Hatfjelddalen. Kalk- og skiferformationen fortsætter langs veien fra Kløvjemoen til kirkestedet. *Salix reticulata* og *S. myrsinites* saaes ved veien nær Sturvandet, og *Pedicularis Scpectrum Carolinum* blir hyppig paa myrene.

Hatfjelddalen maa i sin helhet betragtes som en skogbygd, hvor skogen væsentlig dannes av gran og birk. Her har der dog for ca. 20 aar siden i 20—25 aar likesom tildels i Øvre Vefsen (især i Svenningdalen) været drevet rovhugst i granskogen, saa store strækninger blev avskoget. I de senere aar er dog granskogen igjen begyndt at komme sig, om den end som oftest er litt glissen og blandet med birk, saa flere gaarder har nok

til behovet. Store strækninger har ogsaa været herjet av brand, og i granens sted kommer da i regelen birk.

Vegetationen i gran- og blandskogen er i det hele den samme som i Vefsen. Her skal kun nævnes *Poa remota* og *Calamagrostis chalybæa* ved veien til Valmaasen samt *Carex elongata* i skogen under Nellifjeld.

Fra kirkestedet besteges fjeldene Hatten og Nellifjeld.

Hatten, der ligger ca. 10 km. øst for kirken, har, som navnet antyder, en hatlignende form med steile skrenter ovenfor tildels med ur og smaa-skog dækkede skraaninger. Underlaget i fjeldet er serpentin. Denne let forvitrende bergart avgir under de lodrette skrenter særlig paa sydsiden passende jordsmon for en frodig og interessant flora. Av denne skal efter mine undersøkelser, sammenholdt med Fridtz's optegnelser, anføres: *Athyrium alpestre*, *A. Filix femina*, *Phegopteris polypodioides*, *Ph. Dryopteris*, *Woodsia alpina*, *Aspidium Lonchitis*, *A. spinulosum*, *Cystopteris fragilis*, *C. montana*, *Asplenium viride*, *Botrychium Lunaria*, *B. boreale* (ved foten av fjeldet), *Equisetum arvense*, *E. silvaticum*, *Lycopodium Selago*, *Selaginella selaginoides*, *Hierochloa odorata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Milium effusum*, *Agrostis vulgaris*, *A. canina*, *A. borealis*, *Calamagrostis neglecta* (under fjeldet), *C. purpurea*, *Trisetum spicatum*, *Aira caespitosa*, *A. flexuosa*, *Vahlodea atropurpurea*, *Poa alpina*, *P. nemoralis*, *P. glauca*, *P. pratensis*, *Molinia coerulea*, *Festuca ovina*, *F. rubra*, *Triticum caninum*, *Carex rupestris*, *C. brunnescens*, *C. canescens*, *C. alpina*, *C. Buxbaumii*, *C. atrata*, *C. vaginata*, *C. capillaris*, *Juncus trifidus*, *Luzula multiflora*, *L. arcuata*, *L. spicata*, *Gymnadenia conopsea*, *G. albida*, *Juniperus communis*, *Salix hastata*, *S. reticulata*, *S. myrsinites*, *Polygonum viviparum*, *Oxyria digyna*, *Koenigia islandica* (i klipperifter), *Sagina procumbens*, *Alsine biflora*, *Arenaria ciliata*, *Stellaria nemorum*, *Cerastium alpinum* (især f. *glabratum*), *C. trigynum*, *Silene acaulis*, *Viscaria alpina*, *Melandrium silvestre*, *Thalictrum alpinum*, *Trollius europaeus*, *Arabis alpina*, *Draba hirta*, *Saxifraga Cotyledon*, *S. stellaris*, *S. nivalis*, *S. oppositifolia*, *S. aizoides*, *S. cernua*, *S. rivularis*, *Alchemilla vulgaris* (coll.), *A. alpina*, *Dryas octopetala*, *Sibbaldia procumbens*, *Geum rivale*, *Potentilla verna*, *Ulmaria pentapetala*, *Lotus corniculatus*, *Astragalus alpinus*, *A. oroboides*, *Viola biflora*, *Epilobium angustifolium*, *E. lactiflorum*, *E. Hornemannii*, *E. davuricum*, *Pyrola minor*, *P. rotundifolia*, *P. secunda*, *Azalea procumbens*, *Phyllodoce coerulea*, *Arctostaphylos alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Diapensia lapponica*, *Trientalis europaea*, *Gentiana nivalis*, *Myosotis silvatica*, *Veronica fruticans*, *V. alpina*, *Bartschia alpina*, *Melampyrum pratense*, *M. silvaticum*, *Euphrasia officinalis* (coll.), *Pedicularis lapponica*, *Campanula rotundifolia*, *Erigeron acer* f. *rigidus*,

E. borealis, *E. uniflorus*, *Antennaria alpina*, *A. dioica*, *Gnaphalium silvaticum*, *G. norvegicum*, *G. supinum*, *Tussilago frigida*, *Saussurea alpina*, *Taraxacum croceum*, *Mulgedium alpinum*, *Crepis paludosa*, *Hieracia*.

Oppe paa fjeldet (1000—1128 m.) optræder en mere utpræget nival flora med karakterplanter som *Aira alpina*, *Catabrosa algida*, *Carex lagopina*, *Cerastium trigynum*, *Sagina intermedia*, *Ranunculus pygmaeus*, *Luzula arcuata* **confusa* og lignende.

Nellifjeld er den forholdsvis høje fjeldryg, der ligger i hjørnet mellem selve Hatfjelddalens kirkebygd og den mot syd gaende Susendal. Det bestaar av flere adskilte toppe, hvorav den høieste er 842 m. Oppe paa plataaet ligger der, 674 m. o. h., et vand. De geologiske forhold stemmer i det hele overens med Børgfjeld, hvis nordlige udløper Nellifjeld er, deri, at skrentene dannes av glimmerskifer med marmorlag. Av det øverste parti bestaar den nordøstlige del av skifer, medens den sydvestlige dannes av gneis og granit, ganske svarende til Børgfjelds høieste partier. I den nøieste forbindelse med det geologiske underlag staar ogsaa floraen. Medens den paa gneisen og graniten kun bestaar av den sedvanlige trivielle fjeldflora, sammensættes den paa skiferen av et rikholdig udvalg av denne og desuten av flere interessante kalk- og skiferplanter. Av disse skal specielt nævnes: *Asplenium viride*, *Cystopteris montana*, *Equisetum variegatum*, *E. scirpoides*, *Triticum violaceum*, *Carex rupestris*, *C. atrifusca*, *Juncus castaneus*, *Gymnadenia conopsea*, *G. albida*, *Chamaecorhis alpinus*, *Salix hastata*, *S. myrsinites*, *S. reticulata*, *Alsine stricta*, *Thalictrum alpinum*, *Dryas octopetala*, *Astragalus alpinus*, *Oxytropis lapponica*, *Epilobium davuricum*, *Gentiana nivalis*, *G. tenella*, *Veronica fruticans*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Erigeron uniflorus*.

Disse planter gjenfindes, som nedenfor nærmere skal omtales, i fjeldpartiet paa østsiden av Susendalen.

Særskilt fortjener at omtales, at der i et litet vand i det nedre parti av Nellifjeld fandtes *Potamogeton gramineus* og *P. filiformis* f. *alpinus*. Ellers stemmer vegetationen i liene i det hele med den almindelige subarktiske livegetation.

Susendalen.

Øst for Nellifjeld bøier Susendalen ind. Den begrænses mot vest av Nellifjeld og Børgfjeld, mot øst av Nesfjeldene. Dalen gaar først ret i syd, ca. 30 km., men bøier siden ved tverfjeldet Susenfjeld i østlig retning mot den svenske grænse. Børgfjelds skraaning bestaar her likesom mot Fip-

lingdalen nederst av skifere og kalk, høiere oppe av gneis og granit. Fjeldpartiet paa dalens østside bestaar derimot i sin helhet av glimmer-skifer og kalkholdige bergarter. Susenfjeld bestaar derimot av granit, naar undtages skiferbeltet ved foten.

Susendalen har, som ovenfor nævnt, været besøkt av flere botanikere (Sig. Thor, Thomle, Fridtz, Stav). Selv opholdt jeg mig her $\frac{3-6}{8}$ 1908 med kvarter paa Mikkelfjord midt i dalen. Jeg foretok herfra ekskursioner til Skindfjeldet (tilhørende Børgfjeld) paa vestsiden og til fjeldene paa østsiden (Pantdalsfjeld med Jetnehaken, Sommerfjeld, Store og Lille Vardhøgda, Sletfjeld).

Dalføret er i begyndelsen temmelig trangt, bevokset med smaavoksen birk, men længere syd blir birken isprængt med og tildels avløst av gran. Efterhaanden blir dog dalen mere aapen, og den her flatere dalbund optages især paa vestsiden av store sandmoer, hvor furuen er det fremherskende træ. Nu er dalen omtrent blottet for brukbar tømmereskog, efterat de engelske eiere har drevet rovhugst der. Tidligere skal der ha været vakker furuskog, hvor der nu vokser birk. Stav meddeler i sin reiseberetning, at han ovenfor birkegrænsen i ca. 70 meters høide paa Susenfjeld fandt en raatten furustamme i et tjern, hvorfor furuen tidligere maa ha gaat høiere opover fjeldsiderne end nu.

Skindfjeldet. Til de lavere partier av dette fjeld (indtil ca. 900 m. gjordes en ekskursion fra Kvalpskarmo av. Fra myrene under fjeldet ska anføres *Carex capitata*. Iblandt livegetationen bemerkedes *Poa remota*, *Galeopsis Tetrahit* og *Stachys silvaticus*. De høiere partier ovenfor trægrænsen frembød i det hele en triviell fjeldflora med nogle faa av de særlig for skifer-kalk-feltene karakteristiske planter. Nævnes skal kun: *Dryas* (sparsomt), *Thalictrum alpinum*, *Viscaria alpina*, *Erigeron uniflorus*, *Veronica fruticans*, *Gymnadenia conopea*, *Carex atrifusca*, *Asplenium viride*. Særskilt bør nævnes, at her, likesom flersteds paa Børgfjeld og ellers i Vefsen og Hatfjeldalen, fandtes frodige eksemplarer av *Salix herbacea* × *S. lapponum*.

At fortsætte undersøkelserne til den sydligere del av Børgfjeld fandt jeg ikke at være paakrævet. Dette parti var nemlig hovedfeltet for de undersøkelser, L. Stav foretok fra Sørgaarden av¹.

Heller ikke paa Susenfjeld, hvor foruten Stav ogsaa Sig. Thor og Fridtz har botanisert, er der nogen synderlig interessant flora.

¹ Se herom s. 15 ovenfor.

Ved fjeldets fot forekommer ifølge THOMLE *Rubus arcticus*. Av sjeldnere fjeldplanter anfører FRIDTZ kun: *Carex atrifusca*, *Luzula Wahlenbergii*, *Salix reticulata*, *S. myrsinites*, *Erigeron borealis*, *E. uniflorus*, *Veronica fruticans*, *Saxifraga stellaris* f. *comosa* (paa toppen, ifølge SIG. THOR), *S. nivalis*, *S. cernua*, *Ranunculus glacialis*, *R. nivalis*, *Viscaria alpina* og *Catabrosa algida*, men ellers kun de almindeligste fjeld- og liplanter.

Østsidens fjelde. Saavel ved de tidligere botanikeres som ved mine undersøkelser maa østsidens fjeldparti siges at være godt undersøkt. Dette parti, der paa rektangelkartet gives fællesnavnet Nesfjeldene, omfatter fra syd av Sletfjeldet (844 m.), ved Storbækken adskilt fra Lillevardhøgda (796 m.) og Storevardhøgda (863 m.), ved Ørjedalen adskilt fra Sommerfjeld (843 m.), ved Pantdalen adskilt fra Pantdalsfjeld (864 m.), der ved et skar adskilles fra det lille isolerte fjeld Jetnehaken. De sidstnævnte to fjelde skraaner ned mot Unkerdalen og Unkervand. Det geologiske underlag er her skifer og kalk, og vegetationen oppe paa den grusede fjeldvidde er den for dette underlag karakteristiske.

Fra fjeldvidden skal av kalk- og skiferfloraen anføres: *Equisetum variegatum*, *E. scirpoides*, *Asplenium viride*, *Woodsia alpina*, *Triticum violaceum*, *Carex capitata* (Pantdalsfjeld blandt *Dryas*, ellers paa myr under fjeldet), *C. rupestris*, *C. atrifusca* (ogsaa nede i dalen og der meget frodig), *C. capillaris*, *C. pedata*, *Cobresia Bellardii*, *Gymnadenia conopsea*, *G. albida* (begge stiger ned i dalen), *Cypripedium Calceolus* (i lien ovenfor Svenskeli, Thomle), *Salix arbuscula* (især nede i dalen), *S. reticulata*, *Alsina stricta* (ogsaa nede i dalen), *A. ciliata* (Vardhøgda), *Thalictrum alpinum* (almindelig til nede i dalen), *Draba alpina* (Sommerfjeld, Fridtz), *D. hirta*, *Dryas octopetala* (mangesteds vegetationsdannende, ned i birkefeltet), *Astragalus alpinus* (almindelig nede i dalen), *A. oroboides* (ogsaa nede i dalen), *Oxytropis lapponica* (ned i birkebeltet), *Gentiana nivalis* (ned til elven), *G. tenella* (meget frodigere nede i dalen end paa fjeldvidden), *Veronica fruticans*, *Euphrasia Salisburgensis*.

Desuten en mængde mere eller mindre almindelige fjeldplanter som: *Lycopodium Selago*, *L. alpinum*, *Catabrosa algida*, *Aira alpina*, *Trisetum spicatum*, *Poa laxa*, *P. glauca*, *P. alpina* v. *vivipara*, *Festuca ovina* v. *vivipara*, *Carex lagopina*, *C. brunnescens*, *C. rigida*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Juncus trifidus*, *J. bighumis*, *Luzula Wahlenbergii*, *L. arcuata* **confusa*, *L. spicata*, *Coeloglossum viride*, *Salix herbacea*, *S. polaris*, *Oxyria digyna*, *Polygonum viviparum*, *Sagina Linnæi*, *Alsine biflora*, *Cerastium alpinum*, *C. trigynum*, *Silene acaulis*, *Viscaria alpina*, *Ranunculus glacialis*, *R. nivalis*, *R. pygmaeus*, *Cardamine bellidifolia*, *Rhodiola rosea*, *Saxifraga oppo-*

sitifolia, *S. cernua*, *S. rivularis*, *S. caespitosa*, *S. Cotyledon*, *Potentilla verna*, *Sibbaldia procumbens*, *Empetrum nigrum*, *Epilobium anagallidifolium*, *Diapensia lapponica*, *Vaccinia*, *Arctostaphylos alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Phyllodoce coerulea*, *Azalea procumbens*, *Veronica alpina*, *Euphrasia* **minima*, *E. *latifolia*, *Bartschia alpina*, *Pedicularis lapponica*, *Erigeron borealis*, *E. uniflorus*, *Gnaphalium supinum*, *Antennaria alpina*, *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum croceum*, *Hieracium alpinum*.

Særskilt skal nævnes, at *Botrychium Lunaria*, *Arabis hirsuta*, *Anthyllis Vulneraria*, *Pyrola rotundifolia* her som oftere optræder høit over trægrænsen sammen med *Dryas*.

Kun nede i dalen, saaledes ved veikanter indenfor Mikkelfjord, saaes fleresteds *Juncus arcticus*. Likeledes var *Salix arbuscula* ei sjelden i lavere trakter mellem Nerli og Mikkelfjord. Nær sidstnævnte sted findes i mængde *Rubus arcticus*. Ellers er der her, som oftere i vore fjelddaler, ei nogen skarp grænse mellem fjeldlienes og viddens flora, idet flere av liplantene gaar op paa vidden og mange fra vidden stiger ned til dalbunden.

Op i liene gaar ogsaa mange myrplanter, saa livevegetationen faar en temmelig broget karakter.

En samlet fortegnelse over lienes vegetation i Hatfjeldaldalen (specielt paa Susendalens østside) turde dog være av interesse:

Equisetum arvense, *E. pratense*, *E. silvaticum*, *Athyrium alpestre*, *A. Filix femina*, *Phegopteris polypodioides*, *P. Dryopteris*, *Aspidium spinulosum*, *A. Filix mas*, *Onoclea Struthopteris*, *Cystopteris montana*, (*C. fragilis*), *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *Selaginella selaginoides*, *Juniperus communis*, *Pinus silvestris*, *P. Abies*, *Hierochloa odorata*, *Phalaris arundinacea*, *Anthoxanthum odoratum*, *Milium effusum*, *Nardus stricta*, *Alopecurus geniculatus*, *A. fulvus*, *Phleum alpinum*, *Calamagrostis neglecta*, *C. purpurea*, *C. chalybaea*, *Agrostis canina*, *A. borealis*, *A. vulgaris*, *Aira caespitosa*, *A. flexuosa*, *Vahlodea atropurpurea*, *Poa pratensis*, *P. nemoralis*, *P. remota*, *Molinia coerulea*, *Melica nutans*, *Dactylis glomerata*, *Festuca ovina*, *F. rubra*, *Triticum caninum*, *Carex dioica*, *C. canescens*, *C. brunnescens*, *C. stellulata*, *C. Buxbaumii*, *C. alpina*, *C. atrata*, *C. Goodenoughii*, *C. pulla*, *G. rigida*, *C. flava*, *C. Oederi*, *C. rotundata* (sj.), *C. panicea*, *C. sparsiflora*, *C. pallescens*, *C. irrigua*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. vesicaria*, *Scirpus caespitosus*, *Eriophorum alpinum*, *E. vaginatum*, *E. Scheuchzeri*, *E. angustifolium*, *E. latifolium*, *Juncus filiformis*, *J. triglumis*, *J. castaneus*, *J. lamprocarpus*, *J. alpinus*, *Luzula campestris* (coll.), *L. pilosa*, *L. spicata*, *Tofieldia palustris*, *Polygonatum verticillatum*, *Majanthemum bifolium*, *Paris quadrifolia*, *Orchis maculatus*, *Coeloglossum viride*, *Listera cordata*, *Coral-*

liorrhiza innata, *Salix pentandra*, *S. caprea*, *S. hastata*, *S. phylicifolia*, *S. nigricans*, *S. glauca*, *S. lapponum*, *S. lanata*, *Betula pubescens*, *B. nana*, *Alnus incana*, *Oxyria digyna*, *Rumex Acetosa* med **arifolius*, *R. Acetosella*, *Polygonum viviparum*, *Sagina procumbens*, *S. Linnaci*, *Stellaria nemorum*, *S. alpestris*, *Cerastium alpinum*, *C. vulgatum*, *Melandrium silvestre*, *Thalictrum alpinum*, *Ranunculus acer*, (*R. repens*), *Caltha palustris*, *Trollius europaeus*, *Aconitum septentrionale*, *Anemone nemorosa*, *Actaea spicata*, *Cardamine pratensis*, *Drosera rotundifolia*, *D. longifolia*, *Rhodiola rosea*, *Saxifraga stellaris*, *S. aizoides*, *Parnassia palustris*, *Ribes*, *Sorbus Aucuparia*, *Alchemilla vulgaris* (coll.), *A. alpina*, *Ulmaria pentapetala*, *Rubus saxatilis*, *R. Chamaemorus*, *R. idaeus*, *Potentilla verna*, *P. erecta*, *Comarum palustre*, *Geum rivale*, *Prunus Padus*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Astragalus alpinus*, *A. oroboides*, *Geranium silvaticum*, *Oxalis Acetosella*, *Empetrum nigrum*, *Viola palustris*, *V. epipsila*, *V. biflora*, *V. canina* (især **montana*), *Montia fontana*, *Daphne Mezereum*, *Epilobium angustifolium*, *E. lactiflorum*, *E. Hornemanni*, *E. alsinifolium*, *E. davuricum*, *E. palustre*, *Angelica silvestris*, *Archangelica officinalis*, *Carum Carvi*, *Anthriscus silvestris*, *Cornus suecica*, *Pyrola minor*, *P. rotundifolia*, *P. secunda*, *Vaccinium Myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis idaea*, *V. Oxycoccus*, *Andromeda polifolia*, *Phyllodoce coerulea*, *Trientalis europaea*, *Gentiana nivalis*, *G. campestris*, *Myosotis silvatica*, *Stachys silvaticus*, *Veronica officinalis*, *V. Chamaedrys*, *V. serpyllifolia*, *V. alpina*, *Euphrasia officinalis* (coll.), *Bartschia alpina*, *Rhinanthus minor*, *Pedicularis palustris*, *P. Sceptrum Carolinum*, *Melampyrum pratense*, *M. silvaticum*, *Pinguicula vulgaris*, *Galium boreale*, *G. palustre*, *G. uliginosum*, *Linnaea borealis*, *Valeriana excelsa*, *Campanula rotundifolia*, *Petasites frigidus*, *Tussilago Farfara*, *Solidago Virga aurea*, *Erigeron acer*, *E. *rigidus*, *E. borealis*, *Gnaphalium norvegicum*, *Antennaria dioica*, *Achillea Millefolium*, *Matricaria inodora*, *Cirsium heterophyllum*, *Saussurea alpina*, *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum croceum*, *Mulgedium alpinum*, *Crepis paludosa*, *C. tectorum*, *Hieracia*.

I denne fortegnelse er ogsaa medtat de almindeligste myrplanter, der forekommer nede i dalen og derfra gaar op i liene.

I et tjern mellem Nerli og Pantdalsli saaes av sjeldnere vandplanter *Potamogeton filiformis* v. *alpinus* og *Utricularia vulgaris*.

Rimeligvis fortsætter denne rike fjeldflora indover paa den nordvestre side av Susendalen, ti Sig. THOR har i Daningskaret op for Kroken samlet *Draba alpina* og *Oxytropis lapponica*.

Sikkert er det ialfald, at den fortsætter fra Pantdalsfjeldene til sydsiden av Unkervand og nordsiden av Skarmodalen.

Paa fjeldene ret op for Trondhjem ved Unkervand, f. eks. under Reinkalvfjeld og Rotfjeld fandtes saaledes flere av de nævnte karakterplanter for skiferfloraen, saaledes: *Asplenium viride*, *Carex rupestris*, *C. pedata*, *Cobresia Bellardii*, *Chamaeorchis alpinus*, *Salix reticulata*, *Dryas octopetala*, *Astragalus alpinus*, *Oxytropis lapponica*, *Veronica fruticans*.

De høiere partier av Rotfjeld (indtil varden 1338 m.) dannes derimot likesom Hatten av serpentin, og her er fremherskende en nival vegetation, der i det hele stemmer med den for dette fjeld anførte, saaledes: *Catabrosa algida*, *Poa laxa*, *Luzula Wahlenbergii*, *L. arcuata* *confusa, *Koenigia islandica*, *Sagina intermedia*, *Alsine biflora*, *Cerastium Edmondstonii*, *Saxifraga stellaris* *comosa, *Cardamine bellidifolia*, *Salix polaris* foruten en del almindeligere haardføre høifjeldsplanter.

Ogsaa liene ned mot Unkervand utviser den samme frodige vegetation som i Susendalen og ellers i Hatfjelddalen. I liene mellem Trondhjem og Bjørknesset optræder saaledes i denne vegetation *Poa remota*, *Calamagrostis chalybaea*, *Juncus arcticus* og *Cystopteris montana*.

Ved breddene av Unkervand saaes fleresteds *Barbarea stricta*.

Skarmodalen. Fra Rotfjeldet tok jeg (1908) veien ned til Skarmodalen, et temmelig trangt dalføre, der fra Unkervandets østside fører ind til Vefsenelv grænserøs. Fra Skarmodalen, den inderste gaard paa norsk grund, tok jeg op paa Amirfjeld (925 m.), derfra rundt Skarvandet og op paa Arefjeld (1207 m.), grænsfjeld mot Sverige. Underlaget er ogsaa her skifer og kalk, og vegetationen er derfor i det hele stemmende med den fra Susendalen—Unkervand anførte. Her skal blot nævnes endel sjeldnere planter, især fra snaufjeldet: *Asplenium viride*, *Cystopteris montana* (i liene), *Woodsia alpina*, *Equisetum scirpoides*, *Calamagrostis chalybaea* (indover dalen til øst for grænserøsen), *Trisetum spicatum*, *Catabrosa algida*, *Carex rupestris*, *C. atrifusca*, *Cobresia Bellardii*, *Gymnadenia albidia*, *Chamaeorchis alpinus*, *Salix myrsinites*, *S. reticulata*, *Koenigia islandica*, *Alsine stricta*, *Cerastium Edmondstonii*, *Thalictrum alpinum*, *Ranunculus nivalis*, *Erysimum hieraciifolium* (ur ovenfor Skarmodalen), *Draba hirta*, *Saxifraga stellaris* *comosa, *S. caespitosa*, *Dryas octopetala*, *Astragalus alpinus*, *A. oroboides*, *Oxytropis lapponica*, *Veronica fruticans*, *Erigeron uniflorus* samt som nye for trakten: *Saxifraga adscendens* (med v. *lutea*, hyppig ogsaa nede i dalen) og *Pinguicula alpina* (Amirfjeld ned mot Skarvand, ei ellers fundet i Helgeland).

Langs dalsidene er der like ind til grænserøsen skog av gran (til ca. 500 m.) og birk med yppig vegetation av de sedvanlige liplanter (hvoriblandt *Calamagrostis chalybaea* til over paa svensk side) og en og anden

fjeldplante (*Saxifraga adscendens* fleresteds) og skiferplante (som *Arabis hirsuta*).

I Røsvandstraktene, der ei tidligere har været besøkt av nogen botaniker¹, botaniserte jeg ^{10—17}/₈ 1908 og ²⁵/₇—¹⁰/₈ 1909. Det første aar undersøktes sydpartiet indtil Krutfjeld og Tustervand, hvorfra jeg over Heringbotnet tok tilbake til Mosjøen. Det andet aar fortsattes undersøkelseerne paa vestsiden fra Tustervand til Stekvaselv, paa østsiden til grænserøsene og mot Krutvand i syd.

Røsvandets omgivelser.

Røsvandet, Nordlands største og Norges tredje største innsjø, er 190.9 km.² stort² og ligger 375 km. o. h. Fra nordøst til sydvest er det 42 km. langt, bredden er ca. 13 km. Bredest er det i sin sydlige del (ca. 18 km.), og her ligger den 19.35 km.² store Røsvasholme. I den sydlige del gaar Vesterbugten ca. 6 km. mot vest, og omtrent midt paa vandets østside har man Sördalsbugten. Nordenfor denne blir vandet smalere (i Sørsundet kun 0.5 km. bredt), men utvider sig atter og utsender den ca. 5 km. lange Røsvasbugt mot vest og Østerbugten 4 km. mot øst.

Rundt Røsvandet ligger der en række tildels meget høie fjeld, hvorav de fleste dannes av skifere. Liene omkring vandet er tildels bevokset med forholdsvis vakker skog, mest av gran og birk. Som de bedste granfelter kan nævnes: sydvestre del av Røsvasholmen, mellem Krutnesset og Krutaaen og ved Gruben paa vandets sydøstre side samt ved Varutræsk paa østsiden. Furu optræder derimot temmelig sparsomt. Paa østsiden er der nord for Varnvand en blanding av birk og furu, tildels endog ren bestand av temmelig store vakre trær, men ellers forekommer furuen meget spredt sammen med granen saavel paa øst- som sydsiden av Røsvandet. Tildels kan man paa myrene, f. eks. under Krutfjeldtind ved Sördalen, se hele bestande av utdøende, tildels temmelig høie furutrær.

Skogbunden er i regelen græsdekket, og der er tildels god beitesmark, idet skiferbergartene i hoiderne gir gode beiter og i de lavere nivåer dyrkbar jord. Spredt bebyggelse findes der derfor i skraaningene ned mot vandet og tildels ogsaa i de dalfører, der utmunder i det. Mange-steds er der dog nede ved vandet paa det flater terræng større myrstrækninger. For kornavl er Røsvastraktene likesom Hatfjelddalen i det hele

¹ Nogle faa angivelser fra Tustervand findes hos Heltzen, men kun et par meget almindelige fjeldplanter: *Alchemilla alpina* (paa strandbredden ved gaarden), *Oxyria digyna* (i fjeldene); *Daphne Mezereum* anfores desuten som almindelig i Røsvandstraktene.

² Ifølge Helland: Nordlands amt I, s. 401.

litet skikket. Der er neppe nogen sommer, uten at temperaturen et par ganger synker under frysepunktet. Det er derfor kun paa nogle enkelte faa gaarder, at der saaes korn, havren slaacs til grønfor, og byg kan ikke modnes aarvist.

Vegetationen i liene og rundt Røsvandet er den samme som den, der ovenfor er anført fra Hatfjelddalen—Susendalen. Særskilt skal fra hængemyrene ved Breivik paa Røsvasholmen nævnes *Scheuchzeria palustris*, *Sparganium affine*, *S. submuticum* og *Carex chordorrhiza*.

Over Heringbotnet og myrene ved Tustervand er kystplanter som *Blechnum Spicant* og *Narthecium ossifragum* utbredt til Røsvandets bredder. Derimot fandtes *Carex rariflora*, der var meget hyppig mellem Heringbotnet og Skalvand, ei i Røsvandstraktene.

Først skal omtales mine undersøkelser av floraen paa vandets vestside. Sydligst ligger her nord for Vesterbugten Ørefjeldet, hvis topper naar en høide av 662—787 m. Underlaget er vistnok her i det hele skifrig, men medens de lavere partier mot Røsvandet bestaar av lettere forvitrende glimmerskifer med kalkfelter fra Vesterbugten gaard langs Aakerviksundet, dannes de indre høidepartier av en haardere glimmerskifer. Det var derfor kun paa de lavere deler av snaufjeldet, særlig paa kalkholdig underlag, at jeg her fandt endel repræsentanter for den særlig paa Susendalens østside omtalte flora. Nævnes kan kun en spredt forekomst av: *Asplenium viride*, *Equisetum variegatum*, *Carex rupestris*, *C. atrifusca*, *Juncus castaneus*, *Gymnadenia albida*, *Salix myrsinites*, *S. reticulata*, *Thalictrum alpinum*, *Draba hirta*, *Dryas octopetala*, *Astragalus alpinus*, *Veronica fruticans*, *Erigeron borealis* og *E. uniflorus* samt ogsaa her paa kalkgrund *Saxifraga nivalis* og *S. aizoides*. Enkeltvis fandtes ogsaa nogle faa av de nævnte arter ved foten av Kjerringtind; men dette fjeld, hvis top naar en høide av 1385 m. og væsentlig dannes av gneisglimmerskifer, syntes kun at utvise den samme trivielle flora, der iagttoges paa Ørefjeldets høiere partier og de store morænepartier ned mot Kjerringvand (717 m. o. d.). Nordvest for disse fjeldpartier ligger det høieste fjeldparti Gjeittinden (indtil 1559 m. høit), der dannes av granit og med sine store bræpartier gav et meget goldt indtryk, saa jeg opgav at undersøke det. Derimot forsøkte jeg at bestige Brurskanken, der ligger i vest for Gjeittinden og naar en høide av 1443 m. Underlaget er her som paa Kjerringtind: glimmerskifer med gneisglimmerskifer øverst oppe. Fra Heringbotnet paa fjeldets nordvestside steg jeg henved 900 m. op paa Skankknæet, men maatte her snu paa grund av tæt skodde og uveir. Paa grusede steder fandt jeg dog her *Dryas*, *Carex rupestris* og *Salix reticulata* samt *Carex microglochin*, som jeg ei ellers har fundet i Helgeland.

Fjeldpartiet mellem Tustervand og Røsvasbugten. Nord for Kjerringnesset, omtrent midt paa vestsiden, har Røsvandet sit avløp i elven Strømmen, der efter et løp av ca. 1 km. falder i Tustervand (8.9 km.², 373 m. o. h.).

I birkeliene under Akslen op for Strømmen og Tustervand gaard er der en overmaade frodig livegetation med store bregnearter, græsarter (som *Milium* og *Calamagrostis purpurea*), *Geranium silvaticum*, *Mulgedium* o. s. v. I denne vegetation bemerkedes ogsaa *Daphne Mezereum*, *Listera ovata* og *Juncus castaneus* samt høiere oppe paa skraaningen *Astragalus oroboides*. Naar man nærmer sig høidepunktet av **Akslen** (728 m.), hvor underlaget er skifer med enkelte kalkfelter, begynder den for dette underlag karakteristiske flora mere og mere at vise sig med planter som: *Carex rupestris*, *C. atrifusca*, *Chamaeorchis alpinus*, *Salix reticulata*, *Dryas octopetala* og *Astragalus alpinus*. Denne vegetation fortsætter paa samme underlag, især opad østskraaningen av det 860 m. høie **Grandkonefjeld**, hvorfra foruten de nævnte av karakterplanter skal nævnes: *Equisetum variegatum*, *Asplenium viride*, *Woodsia alpina*, *Erigeron borealis* og *E. uniflorus*, *Gymnadenia albida*, *G. conopea*, *Salix myrsinites*, *Veronica fruticans*, *Draba hirta*, *Dryas octopetala* og *Oxytropis lapponica*. Spredt forekommer ogsaa enkelte av disse ned mot Gaasvand (603 m. o. h.) og paa fjeldpartiet henimot Jørentind, der ligger ret op for Røsvasbugten og naar en høide av 1035 m. Paa en til dette fjeldparti hørende fjeldknaus saaes saaledes *Primula scotica* og *Hieracium *arctogenum* paa kalkholdig underlag, og særlig fandtes *Dryas* i spredte kolonier henimot fjeldets høieste top, hvor den nivale vegetation var fremherskende. I det hele utmerket dette skiferparti mellem Tustervand og Røsvasbugten sig ved en meget artrik fjeldflora. Specielt skal her nævnes snevandsvegetationen med: *Catabrosa algida*, *Carex lagopina*, *Salix polaris*, *S. herbacea*, *Petasites frigidus*, *Gnaphalium supinum*, *Veronica alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Saxifraga rivularis*, *S. nivalis* f. *tenuis*, *S. cernua*, *Arabis alpina*, *Ranunculus pygmaeus* og *R. glacialis* (øverst paa Jørentind), grusvidderne med: *Trisetum spicatum*, *Poa laxa*, *P. glauca*, *Festuca ovina*, *Luzula arcuata*, *L. Wahlenbergii*, *L. spicata*, *Cardamine bellidifolia*, *Saxifraga oppositifolia* og *Alsine biflora*, foruten almindelige lyngplanter som: *Azalea*, *Arctostaphylos alpina*, *Vaccinia*, *Phyllodoce* og *Diapensia* samt *Empetrum*.

Ogsaa vest for Tustervand paa **Raumaalingen**, et sterkt rød-farvet kalkholdig fjeld ved Lille Skalvand paa grænsen mellem Hatfjeld-dalen og Vefsen, optræder endel av karakterplanterne for kalk- og skifer-floraen som: *Asplenium viride*, *Carex rupestris*, *C. pedata*, *Chamaeorchis*

alpinus, *Salix reticulata*, *Veronica fruticans* og *Dryas octopetala* (ogsaa i mængde fleresteds nede paa fjeldknausene med *Saxifraga Cotyledon*).

Denne kalkflora staar forøvrig i direkte sammenhæng med floraen paa det sammenhængende kalkparti, der strækker sig hele veien særlig paa Røsaens vestside like fra Tustervand til utløpet i Sørfjorden i Korgen, hvorom skal tales mere i det følgende.

Herefter skal omtales partiene paa Røsvandets østside med utgangspunkt Sordalen, ret over for Strømmen ind til Tustervand.

Paa kalkklipper nær gaarden Sordalen saaes her: *Silene rupestris*, *Draba hirta*, *Arabis hirsuta*, *Barbarea stricta*, *Ranunculus auricomus*, *Gentiana nivalis*, *Lappula deflexa*, *Erigeron acer*, *Poa glauca* og *Aspidium Lonchitis*. Like i nærheten saaes ogsaa merkelig nok *Petasites frigidus*.

En lignende blanding av fjeldplanter og ellers i trakten sjeldnere xerophile lavlandsplanter er ogsaa ellers iagttaget paa kalkberg ved Røsvandets bredder, saaledes paa sydsiden ved Sjaaviken, hvorfra kan anføres: *Trisetum spicatum*, *Poa alpina*, *Rumex Acetosella*, *Cerastium alpinum*, *Thalictrum alpinum*, *Arabis hirsuta*, *Erysimum hieraciifolium*, *Gentiana nivalis*, *Galium boreale*, *Erigeron acer*, *E. borealis*, foruten flere *Hieracia*.

Fra Sordalen foretok jeg en ekskursjon op paa Krutfjeldtind, en temmelig spids, 1045 m. hoi top av Krutfjeldene paa anden side av Leir- elven. Vegetationen var her til at begynde med temmelig triviell baade nede i birkebeltet og oppe paa snaufjeldet; men henimot de høieste partier begynde der at vise sig paa forvitret, skifrig underlag planter som *Dryas*, *Chamaeorchis alpinus*, *Carex rupestris*, *C. pedata* samt *Cobresia Bellardii*, og øverst oppe dominerte den sidstnævnte plante fleresteds.

Krutfjeldene utgjør et temmelig vidtstrakt høifjeldsparti fra Leir- elven til Krutvasbugten. Skraaningene ned mot Krutnesset ved Røsvand dannes mestendels av skifer, medens de høiere indre partier bestaar av en vanskelig forvitrende serpentenbergart. Floraen viste sig derfor interessantest paa de lavere partier. Paa enkelte lokaliteter ovenfor Krutnesset, hvor underlaget tildels var kalkholdig, saaes endog en forholdsvis rik fjeldflora med planter som: *Equisetum variegatum*, *Carex rupestris*, *Cobresia Bellardii*, *Chamaeorchis alpinus*, *Salix reticulata*, *Thalictrum alpinum*, *Draba hirta*, *Dryas octopetala*, *Astragalus alpinus*, *Oxytropis lapponica*, *Veronica fruticans*, *Erigeron borealis*, *E. uniflorus*.

De høiere partier frembød derimot kun en sparsom og triviell høifjeldsflora, og den høieste ryg, omgitt av bræpartier indtil varden (1403 m. o. h.), var omtrent uten fancrogam vegetation.

Øst for Sordalen har man et par temmelig store vand, nemlig Varnvand (1.2 km.², 411 m. o. h.) og Favnvand (6.9 km.², 491 m. o. h.), der

er forbundet ved en elv. Skogen i disse trakter bestaar vistnok for største delen av birk, men paa nordsiden av Varnvand forekommer, som ovenfor nævnt, litt furu.

Av litt sjeldnere planter ved Varnvand kan nævnes *Orchis cruentus*, *Pedicularis Sceptrum Carolinum* og *Barbarea stricta*. Ellers er der her og ved Favnvand den sedvanlige myrvegetation, birk- og vidjekrat (*Salix lapponum*, *S. glauca*, *S. phylicifolia*, *S. nigricans*).

Nord for Favnvandet ligger det 1164 m. høie Akfjeld, der bestaar av skifer med enkelte kalkfelter. Av vegetationen her skal særlig nævnes: *Asplenium viride*, *Equisetum variegatum*, *Carex rupestris*, *C. atrifusca*, *Gymnadenia albida*, *Juncus castaneus*, *Alsine stricta*, *Viscaria alpina*, *Draba incana*, *D. hirta*, *Arabis hirsuta*, *Veronica saxatilis*, *Erigeron uniflorus* — foruten ellers en noksaa atrik fjeldflora, især langs snebækkene, hvorfra skal anføres: *Salix polaris*, *S. lapponum* \times *S. herbacea*, *Ranunculus nivalis*, *R. pygmaeus*, *Arabis alpina*, *Saxifraga rivularis*, *S. caespitosa*.

Denne rike fjeldflora fortsætter ogsaa langs sydskraaningene av det 988 m. høie Brakfjeld, hvor der er mægtige kalklag, hvori elvene forsvinder paa lange strækninger. Her danner *Dryas* et sammenhengende teppe over et temmelig stort areal, og indimellem vokser *Veronica fruticans*, *Salix reticulata*, *Gymnadenia albida*, *Carex rupestris*, *Arabis hirsuta* og flere av de oftere nævnte kalk- og skiferplanter.

I Brakfjeldtjernet saaes *Potamogeton praelongus*, som jeg ei ellers har set i disse trakter.

Riksgrænsen gaar over Brakfjeldets østside og avskjærer til Sverige østenden av det søndenfor liggende Rauvatn (552 m. o. h.). Breddene av dette vand er myrlændt og tildels bevokset med birk- og vidjekrat med en meget frodig livegetation, hvoriblandt *Salix myrsinites*, *Milium effusum*, *Carex vesicaria* v. *alpigena*, *Gymnadenia albida*, *Petasites frigidus*, *Pedicularis Sceptrum Carolinum* og store bregnearter kan nævnes.

Syd for Ravvand ligger Jofjeldet (859 m.), hvis sider er skogklædt og de øvre partier græs- og mosklædt. Vegetationen var her temmelig triviel. Ved grænsen (Jofjeld røs, nr. 213) 805 m. o. h. saaes blandt andet: *Luzula Wahlenbergii*, *Poa glauca*, *Ranunculus nivalis*, *R. pygmaeus*, *Cardamine bellidifolia*, *Alsine biflora*, *Epilobium lactiflorum*, *E. Hornemanni* — i det hele den vegetation, der hyppig optræder paa fugtige, grusede steder paa høifjeldene i disse egne.

Bergkløftene og skrentene paa fjeldets østside fremviste en noget interessantere flora, hvorav kan nævnes: *Salix reticulata*, *Carex atrifusca*, *Erigeron uniflorus*, *Saxifraga caespitosa*. *Dryas* saa jeg ikke her.

Imellem den østligste gaard paa disse kanter Linerud og Riksgrænsen saaes i vidjekrat *Rubus arcticus*, der i Hatfjelddalens grænsetrakter ellers kun kjendes fra Susendalen.

Fra Linerud fortsætter grænselinjen øst for Lille Buksfjeld og opad østskraaningen av Større Buksfjeld gennem birk- og vidjekrat med den sedvanlige livegetation. Under Store Buksfjeld saaes blandt andet *Juncus castaneus*, *Carex Buxbaumii*, *C. atrifusca* og *C. vesicaria* v. *alpigena*, Ovenfor birke- og vidjekrattet begynder her umiddelbart, uten — som ellers almindelig paa Røsvandets østside — noget *Dryas*-belte, høifjeldsvegetationen, hvoriblandt især snefloraen er talrik repræsenteret opad til grænserøsen (Buksfjeld røs, nr. 212, 872 m. o. h.). Herfra kan anføres: *Catabrosa algida*, *Carex rufina*, *C. lagopina*, *Luzula Wahlenbergii*, *L. arcuata*, *Salix polaris*, *S. herbacea*, *S. reticulata*, *Silene acaulis*, *Viscaria alpina*, *Alsine biflora*, *Cerastium trigynum*, *Ranunculus nivalis*, *R. pygmaeus*, *Cardamine bellidifolia*, *Saxifraga rivularis*, *S. cernua*, *S. stellaris*, *S. nivalis*, *S. oppositifolia*.

Langs Krutvandet (589 m. o. h.) er der i det hele en arktisk-subarktisk vegetation. Saaledes begynder allerede *Ranunculus nivalis* kun faa meter over vandets nivaa paa sydsiden. Ellers var dog her vegetationen langs fjeldsiderne temmelig triviell. Paa en top (ca. 1020 m. o. h.) mellem Rauvandet og Krutvandet, hørende til fjeldpartiet Krutvasrøddiken, var der dog paa sydskraaningen en ret interessant vegetation, hvorav især skal nævnes: *Dryas*, *Carex rupestris*, *C. pedata*, *Salix reticulata*, *Oxytropis lapponica* og *Veronica fruticans* samt oppe paa plataaet, nærmere den egentlige Krutvasrøddik, paa fugtige steder: *Equisetum variegatum*, *Catabrosa algida*, *Aira alpina*, *Carex rufina* og *Sagina intermedia*. Medens her skiferen er fremherskende, dannes Røddiken av serpentin, og vegetationen paa denne var, som den pleier paa denne bergart, temmelig sparsom. Nævnes skal herfra: *Asplenium viride*, *Viscaria alpina*, *Cerastium alpinum* f. *glabratum* og *Arenaria ciliata*.

Paa den anden side av Krutaaen, ret over for Krutvasrøddiken, ligger der ogsaa et serpentinfjeld, den eiendommelige spidse Gryttind. Ogsaa her viste sig av planter, som særlig synes at trives paa serpentin, *Asplenium viride*, *Viscaria alpina*, *Cerastium alpinum* f. *glabratum*, *Saxifraga nivalis* samt *Alsine biflora* og *Carex rupestris*. *Dryas* var derimot meget sparsomt repræsenteret.

Paa tilbaketuren fra Krutvandets fjeldstue til Sordalen tok jeg veien over fjeldplataaet vest for Fiskløsvand (708 m. o. h.) til Varnfjeldet. Vegetationen var i det hele paa denne strækning meget ensformig. Fra trakten ved Fiskløsvand fortjener blot at nævnes: *Carex atrifusca*, *C.*

rotundata, *Salix myrsinites*, *Viscaria alpina* foruten enkelte smaa klynger av *Dryas*. Opad skraaningen av Varnfjeldet, paa sydsiden av Favnvand, blir derimot denne stadig hyppigere og tilsidst dominerende, dannende et sammenhengende teppe helt op til fjeldets hoieste parti (840 m. o. h.). Sammen med *Dryas* optraadte her vistnok den rikeste og interessanteste flora paa Røsvandets østside. Særlig skal her nævnes: *Asplenium viride*, *Equisetum scirpoides*, *E. variegatum*, *Cobresia Bellardii*, *Carex rupestris*, *C. atrifusca*, *Triticum violaceum*, *Juncus castaneus*, *Chamaeorchis alpinus*, *Gymnadenia conopea*, *G. albida*, *Salix myrsinites*, *S. lapponum* \times *S. herbacea*, *S. reticulata*, *Draba hirta*, *Arabis hirsuta*, *Sedum acre*, *Astragalus alpinus*, *A. oroboides*, *Oxytropis lapponica*, *Anthyllis Vulnearia*, *Primula scotica*, *Gentiana tenella*, *G. nivalis*, *Veronica fruticans*, *Erigeron uniflorus*, foruten en rikholdig samling av Saxifrager og ellers almindelige fjeldplanter. Man har altsaa her i alt væsentlig den samme vegetation som paa fjeldene paa Susendalens østside.

Kun et faatal av disse planter saaes derimot paa Hjartfjeldet, nord for Akfjeldet, der besteges fra Linviken av. Oppe paa dettes aksel saaes spredte klynger av *Dryas* samt sparsomt *Cobresia Bellardii*, *Carex rupestris*, *C. atrifusca*, *Gymnadenia albida*, *Chamaeorchis alpinus*, *Salix reticulata*, *Draba hirta*.

Opad selve fjeldets skraaning, der var dækket av storstenet ur, indtil den næsten kegleformede top (1453 m.) var der mellem stenene en meget sparsom høijeldsflora med planter som *Lycopodium Selago*, *Cryptogramme crispa*, *Poa glauca*, *P. laxa*, *Carex lagopina*, *Juncus trifidus*, *Luzula arcuata*, *Alsine hirta*, *Cerastium trigynum*, *Silene acaulis*, *Saxifraga rivularis*, *Ranunculus pygmaeus*, *R. glacialis* og *Cardamine bellidifolia*.

Opad Olfjeldkleppen, tilhørende fjeldpartiet Olfjeldet øst for Hjartfjeldet, henimot den svenske grænse saaes i de frodige lier *Calamagrostis chalybaea* og *Cystopteris montana* og over skoggrænsen — vistnok særlig paa kalk — spredte klynger av *Dryas*, *Arctostaphylos uva ursi*, samt mere enkeltvis *Triticum violaceum*, *Carex atrifusca*, *C. rupestris*, *Chamaeorchis alpinus*, *Salix myrsinites*, *S. reticulata*, foruten sedvanlig høijeldsvegetation.

Vedholdende uveir og skodde hindret mig, medens jeg opholdt mig i disse trakter 1909, fra at undersøke det vilde fjeldparti Okstindene n. for Bessedør nær Røsvandets nordøstre hjørne. Jeg kunde blot fra Stekvaselv komme op paa Stekvasaksla og Stekfjeldet henimot bræene. Underlaget er her, som omtrent over hele fjeldpartiet, skifer og av især paa denne voksende fjeldplanter saaes *Carex atrifusca*, *C. rupestris*, *Salix reticulata*, *Erigeron uniflorus* samt *Salix herbacea* \times *S. lapponum*.

Litt gran gaar der indover til Stekvaselv og Rødli; sidstesteds er der ogsaa litt furu paa sydsiden.

Istedetfor, som tænkt, først at ta over Oksfjeldene til Kjensvand turist-hytte maatte jeg fra Stekvaselv inderst i Østerbugten følge Spjelt-fjeldelvens vestside indtil Spjelthaugen. Nede i dalen er der vidje- og birkekrat med dertil hørende vegetation. I mængde saaes her nær elven *Carex aquatilis* og *C. rotundata* samt *Juncus arcticus* og flersteds paa klippeskrentene *Asplenium viride*, *Carex atrifusca* og *Salix reticulata*. Ved Spjelthaugen gik jeg over paa dalens østside og tok saa op gjennom et skar i Skullenfjeldet ned til Græsvandets sydøstside. Paa fjeldet saaes av skiferplanter *Dryas* og *Salix reticulata*. Jeg vandret dernæst rundt østsiden av det store Græsvand, hvis bredder for største delen er bevokset med birk- og vidjekrat, og hvis østende tilhører Sverige. Paa svensk omraade gik jeg derpaa over Græsfjeldet ned til Store Uman. Oppe paa fjeldet saaes her av kalk- og skiferplanter i mængde blandt andre: *Dryas*, *Salix reticulata* og *Carex pedata*, og i selskap med disse *Anthyllis Vulneraria*. Jeg fulgte derefter Store Umans sumpige og kratbevoksede vestside frem til Umbugten fjeldstue, tilhørende Mo i Ranen.

Fjeldtrakter ved Umbugten i Mo.

Først foretok jeg her en ekskursjon op paa det østlige fjeldparti: Krab-fjeld (1084 m.), de nedre partier af Sauaksla samt Klubben (1009 m.). Paa de to førstnævnte fjeld, særlig Krabfjeld, der dannes av gabbro, var der en meget ensformig flora. Nævnes skal planter som *Cryptogramme crispa*, *Poa glauca*, *Luzula Wahlenbergii*, *Salix reticulata*, *Erigeron uniflorus*, *Gentiana nivalis* (sparsomt), *Draba hirta*, *Alsine biflora*, *Viscaria alpina*, *Saxifraga nivalis* samt *Ranunculus nivalis* og *Saxifraga stellaris* f. *comosa* ved bækkene under Sauaksla.

Mere avveksling var der derimot, naar man kom over paa skiferfjeldet Klubben. Her saaes blandt den almindelige fjeldvegetation: *Dryas*, *Carex rupestris*, *Cobresia Bellardii*, *Chamaeorchis alpinus*, *Veronica fruticans*, *Oxytropis lapponica* og *Astragalus oroboides*. Et friskt, nylig samlet eksemplar av *Astragalus frigidus* fandtes ogsaa her, rimeligvis plukket etsteds i nærheten av en finnegut, der like i forveien drev en renhjord over fjeldet.

Derefter undersøktes det vestlige fjeldparti, Hellerfjeldet (920 m.) og Østre Mofjeld (1077 m.) ret overfor Klubben. Vegetationen oppe paa det første fjeld frembød intet av interesse, medens den paa Mofjeld, hvor underlaget i de øvre partier er skifer med mægtige kalklag, var meget rik. Særlig utpræget var her *Dryas*, der dækket store partier av fjeldknausene og fjeldvidden. Desuten skal herfra nævnes: *Equisetum variegatum*, *Tri-*

ticum violaceum, *Carex atrifusca*, *C. pedata* og *C. rupestris*, *Salix reticulata*, *S. myrsinites*, *Gymnadenia albida*, *Erigeron uniflorus*, *Veronica fruticans*, *Gentiana nivalis*, *Draba hirta*, *Astragalus oroboides* og *Oxytropis lapponica* (i mængde). Sammen med disse saaes av lavlandsplanter *Botrychium Lunaria*, *Sedum acre* og *Arabis hirsuta* samt en mængde av de almindelige fjeldplanter. Øverst paa fjeldet var særlig snevandsvegetationen fremtrædende med planter som *Catabrosa algida*, *Carex rufiga*, *C. lagopina*, *Koenigia islandica*, *Ranunculus pygmaeus*, *R. nivalis*, *Saxifraga stellaris* f. *comosa*, *Cerastium trigynum* og lignende.

Øverst paa skraaningen mot Store Akersvand saaes desuten i mængde *Astragalus frigidus* og længere nede paa kalkklipperne en interessant vegetation, hvorav særlig skal fremhæves — foruten *Dryas* med en del av de ovenfor nævnte kalk- og skiferplanter — *Asplenium viride*, *Aspidium Lonchitis*, *Epipactis atrorubens*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Pyrola rotundifolia*, *Arenaria ciliata* og *Anthyllis Vulneraria*.

I de nedre lier mot Akersvandet var derimot i birke- og vidjeliene en særdeles frodig livegetation fremherskende; men nede paa den hvite kalksand ved Akersvandets østende stod atter hele beder av særdeles frodig *Dryas*, *Salix rupestris* og *Astragalus oroboides*.

Ogsaa kalkklipperne nede i dalen henimot Umbugten var flersteds dækket med et teppe av *Dryas* iblandet med planter som *Veronica fruticans*, *Salix reticulata*, *Carex rupestris*, *Asplenium viride* og andre kalkplanter.

Fra Umbugten fulgtes derefter veien ned til Mo. Paa fjeldet op for gaarden Tervandet fandt presten HELTZEN i selskap med KEILHAU 1828 (eller 1829) *Astragalus frigidus* og endel andre fjeldplanter (se ovenfor s. 5), saa der rimeligvis her er en lignende flora som paa Klubben.

Ved Rødvand fjeldstue (448 m. o. h) fandtes like ved veien *Koenigia islandica*. En ekskursjon op paa det kobberøde Rødfjeld (825 m.) ret op for stuen gav et meget magert utbytte, idet størstedelen af fjeldet var omtrent ganske sterilt eller kun bevokset med en sparsom og yderst triviell flora. Øverst paa vidden saaes paa skifrig underlag sparsomt *Dryas*, *Draba hirta* og *Cobresia Bellardii*.

Fra Rødvand kjørte jeg gjennom birk- og granskog ned til Mo.

Korgen og Hemnes.

Den nordlige del av Okstinderne og Spjeltfjeldalen tilhører Korgen sogn i Hemnes prestegjæld og herred i Ranen. Ost for Okstinderne ligger et temmelig stort vand, Bleikvand (11.73 km.² og 402 m. o. h.). Nord for dette vand botaniserte jeg paa fjeldpartiet Slegda og vest derfor paa Anders Larsafjeldet. Slegda er et lavt fjeldparti — et skar mellem

Simafjeldet og Tversfjeld — hvorover den almindelige overgang er fra det inderste av Bjuraadalen til gaardene Oksfjeldelv og Smalsundmoen paa Bleikvandets nord- og vestside. Fjeldpartiet her dannes i det hele av skifer, men langs den nævnte fjeldovergang er der flersteds kalkfelter. HELTZEN anfører i sin illustrerte Helgelandsflora herfra (mellem Bryggfjelddal og Smalsundmo): *Diapensia lapponica*, *Saxifraga oppositifolia*, *Silene rupestris*, *Bartschia alpina*, *Draba incana* og *Arabis alpina*. Av planter, der specielt foretrækker dette underlag, kan herfra anføres: *Equisetum scirpoides*, *E. variegatum*, *Asplenium viride*, *Carex rupestris*, *Cobresia Bellardii*, *Gymnadenia albida*, *Chamaeorchis alpinus*, *Salix reticulata*, *Dryas octopetala*, *Draba hirta*, *Oxytropis lapponica*, *Astragalus alpinus*, *Saxifraga nivalis*, *Veronica fruticans*, *Gentiana nivalis*, *Erigeron uniflorus* — foruten en forholdsvis artrik flora av almindelige høifjeldsplanter, hvori blandt her blot skal nævnes *Pedicularis lapponica*, der synes at mangle i de ytre fjeldtrakter.

Fra myrene i Grøndalen mellem Slegda og det syd derfor liggende Grønfjeld skal nævnes *Carex rariflora*.

Anders Larsafjeldet ret op for Smalsundmoen paa vandets vestside er birkeklædt næsten tiltopps. Oppe paa snaufjeldet (ca. 650 m. o. h.) er der ogsaa her store kalkpartier. Disse er paa sine steder dækket av et sammenhængende *Dryas*-teppe. Spredt forekommer dog ogsaa her kalkelskende planter som: *Asplenium viride*, *Carex rupestris*, *C. pedata*, *Cobresia Bellardii*, *Salix reticulata*, *S. myrsinites*, *Draba hirta*, *Thalictrum alpinum*, *Astragalus oroboides*, *A. alpinus*, *Gentiana nivalis*, *Veronica fruticans*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Erigeron uniflorus* — samt sammen med disse som ofte ellers oppe paa fjeldene *Arabis hirsuta*.

I liene under fjeldene ved Bleikvandet er der som ellers paa kalk- og skifergrund en meget frodig vegetation, hvori jeg dog ei opdaget noget utenfor det fra Hatfjelddalen anførte.

Fra myrene syd for Anders Larsafjeldet henimot pladsen Enget skal anføres *Juncus castaneus*.

Bleikvandet har gjennom Bleikvaselven, der først gaar i sydlig, senere i vestlig retning, utløp i Røsaen.

Røsaen er fra utløpet av Tustervand, til den falder i Ranenfjorden, ca. 40 km. Korgens hoveddalføre, hvorigjennem elven gaar, er temmelig bredt. Elveleiet er meget avvekslende. Snart er der stride stryk og fossefald (høiest er Sørpunfossen 68 m. paa grænsen mellem Korgen og Hatfjelddalen), snart betydelige utvidelser (f. eks. 600 m. ved gaarden Tuven og evjerne, de saakaldte »aver«). Elvebreddene er overensstemmende hermed snart steile klipper, snart lave og myrlændte. Fjeldpartiet, hvori-

gjennem elven gaar, dannes av skifer og kalk. Igjennem den sidste berg-art har den et stykke ovenfor Sørpunfossen gravet sig en tunnel, saa den har et underjordisk løp paa ca. 100 m. Den nederste fos er Sjøfossen (43 m. høi), kort ovenfor Korgen kirke. Herfra har elven et stille løp gjennem opdyrket eller skogbevokset land til sit utløp.

Saa vel nede i dalbunden som paa dalsiderne til ca. 400 m. er der frodig skog, der væsentlig bestaar av gran. Furu forekommer kun spredt og enkeltvis, særlig paa myr og bergrabber ved Stabfossen. Ellers er der ogsaa birkeskog, især høiere oppe paa dalsiderne.

Paa østsiden utmunder i Røsaens hoveddalføre et par store, skog-bevoksede og tildels veldyrkede dalfører.

Nord for Bleikvaselven har man saaledes Bjuraaen, der er ca. 12 km. og kommer fra Brygfeld. Ogsaa dette dalføre ligner hoveddalføret. Elven har mangesteds stryk og smaa fosser og gaar etsteds — ved Brygfeld-gaardene — i en tunnel paa 20 m. gjennem kalkberget. Dalbunden og dalsiderne er tildels bevokset med gran og birk. Paa kalkberg ved gaarden Lille Brygfeld saaes blandt andet *Arabis hirsuta*, *Erysimum hieracifolium* og *Erigeron acer*. Inderst inde ved gaarden Krokmoen var det, at jeg foretok den ovenfor omtalte overgang over Slegda til Bleikvand.

Længere nord, omtrent 1.5 km. nordenfor Korgen kirke, optar Røsaen fra øst Leirskarelven, der er omtrent 27 km. og kommer fra Okstinderne. I sin nedre del er dalen temmelig bred, bevokset med litt birk- og naaleskog, indtil gaarden Jamtjorden. Herfra blir dalen trangere og benævnes Leirskarbotnet indtil gaarden Tveraaen (212 m.), hvorefter den kaldes Leirskarbotnet indtil Okstinderne. I den øverste del har elven sterke fald, men nedenfor Tveraaen gaar den rolig gjennem en godt bebygget dal, hvor der avles ikke saa litet korn, der i regelen blir modent. De store lerterrasser, hvorigjennem elven har skaaret sig i sit nederste løp, har git den dens navn. Fra de omgivende høie fjeld mottar elven mange tillop.

Paa dalens nordvestre side har man først fjeldet Kangsen 788 m., dernæst Grønfjeldet 1013 m. og derpaa Stolpefjeldet, der ved Leirskarbotnet og elven er skilt fra Okstinderne. Paa dalens sydside kommer Klubben (947 m.), Skarhovden (916 m.) og inderst inde Tverfjeldet (1203 m.).

Det geologiske underlag er glimmerskifer. Dette i forbindelse med den rikelige fugtighet fra fjeldene og dalens lune beliggenhet gjør den særlig interessant i botanisk henseende.

HELTZEN anfører herfra i sin illustrerte Helgelandsflora (I—II, 1828) *Daphne Mezereum* (Nedre Leiren), *Saxifraga cernua* (Leirskarbotnet), *Thalic-*

trum flavum (sammesteds ved elven), *Ranunculus glacialis* (paa de høie fjeld, der indeslutter dalen), og (III, 1833) *Erodium cicutarium* (Skresletten), *Viscaria alpina* (Trætbakken) og *Corydalis intermedia* (Nedre Leiren under fjeldet) samt i Nomenclator til Helgelandsfloraen (1842): *Ribes rubrum* (Nedre Leiren), *Sagina Limnaii*, *Ranunculus nivalis* og *Chamaeorchis alpinus*. De to sidste, for hvilke der ei anføres nogen finder, blev maaske fundet der av N. MOE (og M. N. BLYTT), hvis fund i Leirskardalen 1841 omtales sammesteds av Heltzen (se s. 7 flg. ovenfor).

A. BLYTT og W. ARNELL foretog indgaaende undersøkelser i dalen 1870. Paa grund av den knappe tid, der stod til min raadighed i slutningen av august 1910, fandt jeg derfor at kunne sløife undersøkelsen av dette dalføre, men skal i det følgende meddele de to sidstnævnte botanikeres vigtigste fund i disse fjeldtrakter. Paa dalens nordside har de særlig botanisert paa Grønfjeld og Stolpefjeld, paa sydsiden paa Durmaalshaugen og Skarhogen og inderst inde i dalen i Leirskarbotnet og paa Tverfjeld.

Fra Grønfjeld anføres *Calamagrostis chalybaea* i birkebeltet og ovenfor dette *Poa laxa*, *Catabrosa algida*, *Carex helvola*, *Koenigia islandica* samt fra birke- og vidjebeltet *Astragalus oroboides*.

Fra Stolpefjeld nævnes bare almindelige liplanter. Birkegrænsen sættes her til 2153 fot. Til birkegrænsen nævnes: *Milium effusum*, *Juncus castaneus*, *Cirsium heterophyllum*, *Melampyrum pratense*, *Epilobium angustifolium*, og op i vidjebeltet angives planter som *Melandrium silvaticum*, *Stellaria nemorum*, *Cerastium vulgatum*, *Geum rivale*, *Parnassia palustris* og *Pedicularis Sceptum Carolinum*. Fra vidjebeltet anføres ogsaa *Carex helvola* og *Astragalus alpinus* og fra lavbeltet *Cerastium Edmondstonii*.

Interessantere synes vegetationen paa Skarhogen (= Skarhovden) at være. Fra vidjegrænsen anføres her: *Carex microglochin*, *Cobresia Bellardii*, *Catabrosa algida*, *Gymnadenia albida*, *Coeloglossum viride*, *Oxytropis lapponica*. Som oftere, særlig paa skifer og kalk, gaar *Lotus corniculatus* og *Pyrola rotundifolia* høit over birkegrænsen. Ned i birkebeltet gaar *Carex helvola*, *C. microglochin*, *Juncus castaneus*, *J. biglumis*.

Fra Durmaalshaugen nævnes *Cobresia Bellardii* og *Astragalus oroboides*.

Fra foten av Tverfjeld, nedenfor birkegrænsen, anføres (500 fot o. h.): *Aspidium Lonchitis*, *Phleum alpinum*, *Calamagrostis stricta*, *C. chalybaea*, *Trisetum spicatum*, *Triticum violaceum*, *Carex rupestris*, *C. microglochin*, *C. lagopina*, *C. alpina*, *C. atrata*, *C. atrifusca*, *Cobresia Bellardii*, *Juncus castaneus*, *Gymnadenia conopsea*, *Salix myrsinites*, *S. reticulata*, *Saussurea alpina*, *Hieracium prenanthoides*, *H. corymbosum*, *H. crocatum*, *Gentiana nivalis*, *Pedicularis Sceptum Carolinum*, *Veronica fruticans*, *Saxifraga Cotyledon*, *S. aizoides*, *S. oppositifolia*, *S. nivalis*, *Arabis alpina*, *Draba*

hirta, *Alchemilla alpina*, *Dryas octopetala*, *Oxytropis lapponica*. Sammen med disse optræder av lavlandsplanter: *Stachys silvatica*, *Arabis hirsuta*.

Ved og litt over birkegrænsen paa Tverfjeld nævnes: *Phalaris arundinacea*, *Agrostis canina* f. *mutica*, *Molinia coerulea*, *Triticum caninum* (henimot birkegrænsen), *Carex microglochin*, *C. Buxbaumii*, *Polygonatum verticillatum*, *Chamaeorchis alpinus*, *Rhinanthus minor*, *Primula scotica*, *Diapensia lapponica*, *Calluna vulgaris*, *Saxifraga Cotyledon*, *Potentilla verna* f. *gelida*, *Comarum palustre*, *Ulmaria pentapetala*, *Lotus corniculatus*, *Astragalus oroboides*, *Oxytropis lapponica*.

Fra Leirskarbotnet under Tverfjeld paa sydsiden anføres ved birkegrænsen: *Carex parallela*, *C. helvola* og *Saxifraga Cotyledon* og i vidjeregionen: *Molinia coerulea*, *Cobresia Bellardii*, *Luzula Wahlenbergii*, *Salix polaris*, *Koenigia islandica* og *Viscaria alpina* samt over vidjegrænsen: *Catabrosa algida*, *Sagina intermedia*, *Cerastium Edmondstonii* og *Ranunculus nivalis*.

Uten speciel angivelse anføres i A. Blytts trykte fortegnelse for Leirskardalen følgende fjeldplanter, der oftest forekommer paa glimmerskifer: *Equisetum variegatum*, *E. scirpoides*, *Asplenium viride*, *Carex rupestris*, *Gymnadenia conopea*, *G. albida*, *Salix myrsinites*, *S. reticulata*, *Gentiana nivalis*, *Veronica fruticans*, *Dryas octopetala* samt av almindeligere fjeldplanter: *Catabrosa algida* (alm. i vidje- og lavbeltet), *Agrostis borealis*, *Aira alpina*, *Poa laxa*, *P. alpina* f. *vivipara*, *Carex helvola* (alm. i vidjebeltet), *C. Buxbaumii* f. *alpicola*, *C. pulla*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Juncus alpinus* (ei over grangrænsen), *Luzula Wahlenbergii*, *L. arcuata* et f. *confusa*, *Coeloglossum viride*, *Coralliorrhiza innata*, *Listera cordata*, *Salix lanata*, *S. phylicifolia*, *C. polaris* (vidje- og lavbeltet), *Petasites frigidus*, *Antennaria alpina*, *Pedicularis lapponica*, *P. Sceptrum Carolinum*, *Andromeda hypnoides*, *Ranunculus glacialis*, *R. pygmaeus*, *R. nivalis*, *Cardamine bellidifolia*, *C. pratensis*, *Sagina Linnaei*, *Alsine biflora*.

Desuten angives av A. Blytt for Leirskardalen: *Cystopteris montana* (op i vidjeregionen), *Hierochloa odorata*, *Carex loliacea* (hist og her), *C. vesicaria* f. *brachystachys* (Tverfjeld), *Paris quadrifolia* samt *Chenopodium album* (ukrudsplante, Tveraaen).

Nede i lavlandet i Korgen nævnes av fjeldplanter *Carex alpina*, *Salix herbacea*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Phleum alpinum*, *Epilobium alpinum* (coll.), samt i granregionen paa Brygfjeldet *Saxifraga rivularis*.

Fra skogen ved Røsaen i Korgen nævnes *Cystopteris montana*, *Poa remota* (samt under Brygfjeld) og *Calamagrostis chalybacea*, der er almindelig i granskogen ved Røsaen. Da denne plante, som ovenfor nævnt, ogsaa findes i Hatfjelddalen og der saavel ved Røsvand som indover Susendalen

og Skarmodalen like til grænsen, maa det antages, at den er indvandret til os fra Sverige og fra Røsvand har fulgt Røsaen til Korgen.

Av planter, der ellers nævnes for skogtraktene i Korgen, kan nævnes: *Onoclea Struthopteris*, *Pyrola uniflora*, *Stellaria longifolia* et f. *alpestris*, *Gnaphalium silvaticum* samt *Trollius europæus* og *Impatiens Noli tangere*.

I sumper nær Korgen kirke nævnes: *Alopecurus fulvus*, *Scirpus acicularis*, *S. paluster*, *Juncus supinus*, *Potamogeton alpinus*, *P. nitens*(?), *P. pusellus*, *P. filiformis*, *Sparganium submuticum* (Korgen, uten nærmere angivelse), *Callitriche verna*, *C. autumnalis*, *Batrachium heterophyllum*, *B. confervoides* et f. *succulenta*, *Subularia aquatica*, *Hippuris vulgaris*, og *Myriophyllum alterniflorum*.

Av myrplanter anføres ellers for Korgen *Carex vesicaria*, *Cirsium palustre* og *Veronica scutellata*.

Hertil kan føies, at jeg paa de under den sterke tørke tørlagte hænge- myrer ved Røsaen nedenfor Aven fandt *Scheuchzeria palustris*, at jeg like indover til Bleikvasli bemerket *Calamagrostis chalybaea*, samt at *Asplenium viride* ei er sjelden nede i granskogen paa kalkbergene mellem Bleikvasli og Krokselvmoen.

Fra Røsaens utløp anfører A. Blytt *Zanichellia polycarpa* f. *repens* HARTM. paa lerede, ved flodtid oversvømmede steder.

Ret for Røsaens munding i Sørfjorden utmunder ogsaa et dalføre fra øst parallelt med Leirskardalen, nemlig Bjerkadalen. Bjerkaelven kommer fra det ovenfor omtalte store Græsvand (18.4 km², 585 m. o. h.), der ligger paa grænsen mot Sverige, hvorfra den gjennom myrstrækninger med litt birkeskog under fjeldene gaar i nordvestlig retning til Store Maalvand (6.93 km², 430 m. o. h.), hvorfra den bøier i nordlig retning gjennom Lille Maalvand og derfra videre gjennom blandskog av birk og gran til Reinforsmo, hvor den optar den fra øst kommende Bjurbæk og danner den høie Reinfoss. Herfra fortsætter den i østlig retning gjennom et beboet dalføre, til den falder i Sørfjorden.

Ind i dette dalføre tok jeg en tur fra Korgen av. Ogsaa her er underlaget skifer med mægtige kalkdrag saavel nede i dalbunden som i de omliggende fjelde (Rotafjeldet paa nordsiden, Vægthaugen og Maaltind paa sydsiden). Fra Reinforsmo besteg jeg Maaltind (974 m. o. h.) om pladsen Skruvnaglen. Allerede nede i dalen nær Reinforsmo bemerkedes *Cystopteris montana*, *Asplenium viride*, *Carex atrifusca*, *Astragalus alpinus* og *Erigeron borealis*, og i birkeliene var der som vanlig paa skifer- og kalkholdig underlag en særdeles frodig subarktisk vegetation. Over birkegrænsen blir snart *Dryas* vegetationsdannende paa kalken, og sammen med denne saaes *Salix reticulata*, *Erigeron borealis*, *Draba hirta*, *Viscaria*

alpina, *Chamaeorchis alpinus*, *Gymnadenia albida*, *Triticum violaceum*, *Carex rupestris*, *C. pedata*, *C. atrifusca* samt *Equisetum variegatum* og i en fjeldspræk fandtes nogle eksemplarer av *Alsine hirta*, som jeg ei tidligere har fundet i Helgeland.

Oppe paa fjeldplataaet fandtes desuten *Pedicularis lapponica*, *Cobresia Bellardii*, *Poa laxa* og *Catabrosa algida*. Nedstigningen foretoges til gaarden Bjurbækdalen. Ovenfor gaarden er dette dalføre temmelig bredt og myrlændt, men blir senere henimot sammenløpet med Bjerkadalen meget trangt med kratbevoksede fjeldsider.

Fra vestsiden mottar derimot Røsaen kun mindre elver eller bækker, der kommer fra de vestlige, ei synderlig høie fjeldpartier. Langs hele vestsiden, like fra Tustervand av til utløpet gaar der mægtige kalkdrag¹. Disse ligger delvis nedenfor skoggrænsen, hvor kalken av og til stikker frem, delvis oppe paa snaufjeldet. For ogsaa paa den side at ha undersøkt et høiere liggende kalkfjeld besteges Rundtind (955 m.), det høieste av disse, fra gaarden Aven av. Motsætningen mellem de golde granitpartier paa fjeldknausene omkring det nedenfor liggende Mollevand og Rundtinds tildels forrevne kalktopper og grønkledte skrenter sees allerede paa avstand. Ogsaa her er *Dryas* vegetationsdannende paa kalken med spredt forekomst av *Equisetum variegatum*, *Asplenium viride*, *Carex rupestris*, *C. pedata*, *C. atrifusca*, *Chamaeorchis alpinus*, *Salix reticulata*, *S. myrsinites*, *Gymnadenia albida*, *Astragalus alpinus*, *Oxytropis lapponica* og *Veronica fruticans*.

Paa begge sider av Røsaen har man altsaa en direkte fortsættelse av Røsvastraktenes kalk- og skiferflora. Like i vest for Rundtind ligger derimot paa grænsen mot Vefsen en række av høie skiferfjeld, hvis golde med storstenet ur dækkede topper raker op mellem snebræer, Luktinderne (høieste top 1344 m.), Daartinderne (indtil 1175 m.), der fortættes i Smedsengfjeldene (indtil 1058 m.). Disse fjeldpartier fandt jeg det derfor litet lønnende at undersøke.

De i nordvest for Luktinderne liggende grænsefjeld mot Vefsen, Hatten og Kveldtuva, undersøktes 1909.

Hatten dannes av en haard gneislignende skifer og har baade mot øst og vest meget steile skrenter. I liene var der vistnok en temmelig frodig subarktisk vegetation, men ovenfor denne kom umiddelbart en triviel flora av de alleralmindeligste fjeldplanter. Knap nok en eneste av de

¹ Fra partiet mellem Bygdaasen og Tverberg anfører her Heltzen av planter, der særlig foretrekker kalk: *Aspidium Lonchitis*, *Asplenium Trichomanes* og *Actaea spicata*, *Gentiana nivalis* (Bygdaasen) samt *Listera ovata* (Bygdaasen i »Afmarken paa et Enge«). Sammenlign ogsaa bemerkningene om floraen paa Raumaalingen, s. 99 f. ovenfor.

ovenfor anførte kalk- og skiferplanter saacs her. I de storstenede urer saacs saaledes planter som *Cryptogramme crispa*, *Lycopodium Selago*, *Juncus trifidus*, *Luzula spicata* o. s. v. Oppe paa plataaet (høieste punkt 705 m.) fandtes i dynd *Carex rufo* sammen med planter som *C. lagopina*, *C. brunnescens* og lyngartede fjeldvækster.

Interessantere var derimot floraen paa det likeoverfor liggende fjeld Kveldtuva, ret op for gaarden Angermoen. Dette fjeld er den nordligste og høieste top av et fjeldparti Blaaafjeldet. Under fjeldet var der en meget frodig livevegetation, hvorav her kun skal nævnes: *Onoclea Struthopteris* og den specielt til kystfloraen hørende *Aspidium montanum*.

De nedre partier av fjeldet består av granit, hvorfor der oppe paa snaufjeldets aksel kun var en litet interessant fjeldflora; men den øverste top dannes av kalk, og her optræder *Dryas* vegetationsdannende, og sammen med denne saacs øverst oppe nær varden (763 m.) paa et litet omraade en meget interessant samling av kalk- og skiferplanter, saaledes *Carex rupestris*, *C. pedata*, *Gymnadenia albida*, *Chamaeorchis alpinus*, *Salix reticulata*, *Astragalus oroboides*, *A. frigidus*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Equisetum variegatum* samt *Erigeron borealis*.

Mellem Elsfjorden i Hemnes og Fustvandet i Vefsen er der overhodet fleresteds mægtige kalklag, særlig mellem Luktvand og Elsfjorden og mellem Ømmervand og Fustvand. Langs veien saa jeg derfor fleresteds paa kalkklipper og tørre bakker planter som *Erysimum hieraciifolium*, *Arabis hirsuta*, *Arenaria serpyllifolia*, *Linum catharticum*, *Anthyllis Vulneraria*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Erigeron acer*, *Salix reticulata*, *Asplenium Trichomanes*, *Woodsia ilvensis*, *W. alpina*.

Fra et fjeldvand, tilhørende gaarden Dyrhaug mellem Elsfjorden og Drevandet, beretter presten Heltzen at han har faat sig tilsendt *Nymphaea alba* og *Nuphar luteum*, vistnok *N. pumilum*. Rimeligvis refererer angivelsen »Ranen (M. N. Blytt)« for disse planter i A. Blytts Ranenflora sig hertil.

Fra Hemnes sogn haves kun endel spredte angivelser. Bedst kjendt er kirkestedets omgivelser gjennom presten HELTZENS optegnelser og M. N. BLYTTS besøk der 1841 og A. BLYTTS 1870.

Kirken ligger paa en halvø mellem Sørfjorden og Finneidfjorden, der benævnes Hemnesøen, da den kun ved et smalt eid er forbundet med fastlandet. Storstedelen optages av fjeldpartiet Sundsfjeldet med toppen Vettahaugen (693 m.) midt paa plataaet og Sautind, der er meget steil mot Finneidfjorden, samt længere mot nordost Reintind (583 m.), Høineslien og Gaardsfjeld, der falder steilt av mot Ranenfjorden. Underlaget er gneisglimmerskifer med granitfelter især paa høideplataaet. Mot Finneidfjorden er der dog litt kalk. Forland med endel bebyggelse er der især

paa vestsiden ved Hemnesberget. Her er det noget myrlændt med litt birkekrat. Paa de lavere partier er der ogsaa ellers litt birk og gran.

Fra Hemnes anfører A. Blytt: *Woodsia ilvensis*, *Blechnum Spicant*, *Onoclea Struthopteris*, *Phleum alpinum*, *Catabrosa aquatica*, *Agrostis canina*, *Carex pulicaris*, *Narthecium ossifragum* (»paa søndre side av preste-gaarden i en mose eller myr, der er begroet med en mængde smaakrat«, Heltzen), *Majanthemum bifolium* (ogsaa anført herfra av Heltzen), *Lamium purpureum*, *Gnaphalium silvaticum*, *Hieracium Dovrense* f. *obtusum* Almqu., *Phyllodoce coerulea* (i granregionen; »i skogmarken mellem Hemnes preste-gaard og Prestenget«, Heltzen), *Pyrola uniflora* (ogsaa anført herfra av Heltzen), *Pimpinella Saxifraga* (»stenrøsene ved søveien«, Heltzen), *Saxifraga caespitosa* (nede ved søen), *Thalictrum flavum*, *Trollius europaeus*, *Actaea spicata*, *Erysimum cheiranthoides*, *Sagina nodosa*, *S. Linnaei*, *Stellaria graminea*, *Impatiens Noli tangere* (»i en dal i marken«, Heltzen), *Astragalus alpinus* (i granbeltet).

Av strandplanter anfører A. Blytt: *Elymus arenarius*, *Agrostis stolonifera*, *Ammadenia peploides* samt *Scutellaria galericulata*, der vistnok ogsaa maa henføres hit, hvortil kan føies *Avena elatior* (M. N. Blytt og Moe iflg. Heltzen) og *Potentilla Anserina* (ved stranden, Heltzen).

Av fjeldplanter anfører Heltzen for prestegaardens omegn (paa nordre side): *Saxifraga aizoides*, *S. stellaris*, *Thalictrum alpinum*, *Lycopodium alpinum* (i mængde blandt krattet) samt desuten: *Oxyria digyna* og *Viola biflora*.

Av noget sjeldnere planter fra omegnen nævner Heltzen: *Asperula odorata* (ved smaabuskene paa nordre side, sparsomt), *Campanula latifolia* (i utmarken), *Hypericum hirsutum* (i skogmarken), *Hierochloa odorata* (fug-tige enger).

Ellers nævner Heltzen specielt for prestegaardens omegn kun trivielle planter. Fra myrene nævnes saaledes: *Triglochin palustre*, *Orchis maculatus*, *Pinguicula vulgaris*, *Pedicularis palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Parnassia palustris*, *Cardamine pratensis*, *Drosera rotundifolia*, *D. longifolia* (den sidste sjeldnere), *Viola palustris*, *Montia fontana*, *Comarum palustre*.

Fra engene anføres specielt: *Anthoxanthum odoratum*, *Alopecurus geniculatus*, *Rumex Acetosa*, *Gentiana campestris*, *Prunella vulgaris*, *Euphrasia officinalis*, *Succisa pratensis*, *Achillea Millefolium*, *Cirsium heterophyllum*, *Viola tricolor*, *V. canina*, *Melandrium silvestre*, *Lychnis Flos cuculi*, *Geum rivale*, *Alchemilla vulgaris*. Fra krattene anføres planter som: *Melica nutans*, *Poa caesia*, *P. nemoralis*, *Polygonatum verticillatum*, *Salix pentandra*, *Valeriana officinalis*, *Solidago Virga aurea*, *Hieracium umbellatum*, *Crepis paludosa*, *Galium boreale*, *Myosotis silvatica*, *Melampyrum*

pratense, *Pyrola minor*, *P. rotundifolia*, *Stellaria nemorum*, *Geranium silvaticum*, *Oxalis Acetosella*, *Epilobium montanum*, *Rubus saxatilis* og *Vicia sepium*. Desuten anføres: *Sedum acre* og *S. annuum* (i mængde paa bergene paa søndre side av prestegaarden), *Antennaria dioica* (meget almindelig paa tørre rabber), *Cystopteris fragilis* (i mængde), *Botrychium Lunaria* (paa søndre side ved husmandspladsen), *Lycopodium Selago* (paa nordre side), *L. complanatum* (paa Hemnes), *L. annotinum* og *L. clavatum* (i mængde i skogmarken).

Fra dyrkede steder anføres: *Lolium perenne* (paa hvilende marker), *Polygonum Convolverus* (i haven), *P. Persicaria* (likesaa), *Urtica dioica*, *Glechoma hederacea* (i haven), *Agrostemma Githago* (i en erteaker), *Vicia sativa* (i akrene) samt *Crepis tectorum* (især paa de hvilende akker og de med grus opfyldte steder) og *Geum urbanum* (holdt sig i haven i 10 aar).

Endel litt tvilsomme angivelser fra Hemnes som *Erica Tetralix* og *Hypericum pulchrum* og urigtige angivelser, særlig av Hieracier, er omtalt ovenfor (s. 8 flg.).

Fra stranden ved Prestenget nær Hemnes anfører A. Blytt: *Carex maritima*, *Zanichellia polycarpa* Nolte f. *repens* Hartm. samt *Ruppia rostellata* og fra stranden ved Oterbranden *Carex norvegica*.

Under et kort ophold paa Hemnes foretok jeg en flygtig ekskursion opunder fjeldet henimot Prestenget, men støtte her paa en meget storstenet ur med en triviel flora av store bregner og de almindeligste liplanter og sparsomt iblandt disse *Hypericum hirsutum*, *Scrophularia nodosa* og *Stachys silvatica*.

Av andre planteangivelser hos Heltzen fra Hemnesøen kan anføres: *Daphne Mezereum*: Sund, *Ulmus montana*: Svalingen og *Lycopodium complanatum*: Hoineset (hos A. Blytt henført til M. N. Blytt).

Desuten kan nævnes *Polemonium coeruleum*: ved Sund (A. Landmark).

Særlig interessant synes sydsiden av halvøen mellem Utskarpen og Strømmen paa Ranenfjordens nordside ret over for Hemnes at være. Fra den der beliggende gaard Brennbergli (»Bringbergli«) anfører nemlig Heltzen: *Epipactis atrorubens* (nordenfor gaarden), *Paris quadrifolia*, *Viburnum Opulus*, *Daphne Mezereum*, *Stachys silvatica*, *Gentiana campestris*, *Rosa canina* (= *glauca* forma), *Actaea spicata*. Fra nabogaarden Brennberget anfører A. Blytt en lignende flora: *Phegopteris Robertiana*, *Allium oleraceum*, *Epipactis atrorubens*, *Tanacetum vulgare*, *Hieracium hyperboreum*, *H. subcaesium* Almqu., *Asperula odorata*, *Stachys silvatica*, *Campanula latifolia*, *Erysimum hieraciifolium*, *Arabis hirsuta*, *Turritis glabra*, *Barbarea stricta*, *Viola mirabilis*, *Hypericum hirsutum*, *Rosa mollis*, *Geum urbanum*, *Vicia silvatica*. Det geologiske underlag paa denne halvø angives at være

skifer med enkelte granitfelter ved Kvitneset og oppe paa høideplataet samt endel kalkfelter mot Utskarpen, men ialfald enkelte av de anførte planter viser bestemt hen til kalkholdig underlag ogsaa paa halvøens sydside. Fjeldene er forholdsvis lave, Brennberget 459 m. med nøken top og Strømfjeldet 390 m., skogbevokset til tops. De østre skraaninger er her i regelen klædt med birk- eller naaleskog.

Ogsaa fra Børristellien (»Børresteinli« under Laupen) længere ute paa nordsiden av Ranenfjorden anfører A. Blytt en lignende flora, nemlig *Pteridium aquilinum*, *Aspidium Lonchitis*, *Asplenium viride*, *Woodsia alpina*, *Onoclea Struthopteris*, *Allium oleraceum*, *Triticum caninum*, *Avena elatior*, *Daphne Mezereum*, *Asperula odorata*, *Stachys silvatica*, *Scrophularia nodosa*, *Thalictrum flavum*, *Viola mirabilis*, *Hypericum hirsutum*, *Linum catharticum*, *Circaea alpina*, *Rosa mollis*, *Geum urbanum*, *Lathyrus vernus*, *Vicia silvatica* — i selskap med *Ulmus montana*. Sammen med disse optræder ogsaa karakterplanter for lifloraen som *Milium effusum*, *Polygonatum verticillatum*, *Aconitum*, *Campanula latifolia*, *Mulgedium*, *Hieracium prenanthoides*, *H. corymbosum*. Denne lokalitet tilhører begynnelsen av det skifer- og kalkbelte, der fra Utskarpen gaar over til Sjonen, medens det vestligere parti, der optages av det steilt i fjorden faldende Nordvikfjeld, dannes av presset granit (smlgn. s. 74 ovenfor).

Fra liene ovenfor Hestnes paa den anden side av Ranenfjorden og ret overfor Hemnes anfører Heltzen, at M. N. Blytt har gjort nogle interessante fund, nemlig *Carex microstachya*, *Primula scotica* og *Astragalus oroboides* (Hestnesakslen). A. Blytt anfører, at M. N. Blytt har samlet disse planter i »Roxlien ved Hemnes«, der altsaa maa betegne denne lokalitet. Hestnesfjeldet med omgivende terræng skal bestaa av gneisglimmerskifer, men rimeligvis har underlaget her været noget gunstigere (løsere skifer eller kalk).

Ved Hestneset og den nærliggende gaard Berntviken samt Dalosen i Utskarpen skal der forekomme en mængde pors ifølge Heltzen.

Inde i Leirviken indenfor Berntviken er der paa dalsiderne endel birk- og granskog, og herfra utgaar der flere tildels myrlændte dalfører med skogklædte dalsider, men disse trakter er likesom i det hele den ytre del av Ranenfjordens sydside endnu ikke undersøkt av nogen botaniker, skjønt navnlig dalførerne op fra Bardal kapel (under Nesne) og de tilstøtende kystpartier, hvori der findes kalkfelter, turde være av interesse.

Det samme er ogsaa tilfældet med Ranenfjorden indover fra Hemnes til Mo.

Mo herred.

Grænsen mellem Hemnes og Mo herreder gaar her over fjeldpartiet Slettafjeldets høieste top Steinmurfjeld (649 m.) langs Sletbakaaen ned til fjorden. Landet øst herfor dannes av skifer og kalk, saaledes fra Kalkovnviken langs Brurbækken. Bustneset like i øst herfor, hvor der ogsaa er litt kalk, nævnes nogle ganger av Heltzen, saaledes som voksested for *Erigeron acer*, *Sedum acre* og *Viola tricolor*, men særlig som voksested for bringebær: »Ved Busternes, hvor engang Skovild har ødelagt Landet, hvorefter det blev rigelig forsynet med Bringebær; her ogsaa gule og det ei sjelden« (i alle tre floristiske manuskripter). Ved Alteren ender et mægtig kalklag, der gaar op mot Langvatnet, skjærer dette og fortsætter langs dettes nordøstparti.

Traktene ved Langvatnet er forholdsvis godt undersøkt. A. BLYTT sees dog kun at ha botanisert ved Ytterheien ved veien, der fra Ytteren fører over eidet til Ytterlendingen paa Langvandets sydside. Herfra anfører han paa kalkholdig underlag: *Pteridium aquilinum*, *Asplenium Trichomanes*, *Hieracium arctogenum*, *H. murorum* f., *Galium triflorum*, *Origanum vulgare*.

Fra granbeltet ovenfor færgestedet over Ranelven ved Selfors anfører A. Blytt, likeledes fra kalkholdig skifergrund, *Cardamine hirsuta* og fjeldplanten *Astragalus oroboides* og for det ovenfor liggende Selforsfjeld: *Phlegopteris Robertiana*, *Hypericum quadrangulum* og fjeldplanten *Triticum violaceum*. Fra det sidstnævnte sted anfører HELTZEN: *Campamula latifolia* samt *Tanacetum vulgare* og *Origanum vulgare*, der ogsaa anføres herfra av FRIDTZ. Av planter, Fridtz desuten nævner fra Selforsfjeld, skal her anføres: *Asplenium Trichomanes*, *Aspidium Lonchitis*, *Woodsia alpina*, *Polypodium vulgare*, *Calamagrostis Epigeios*, *Carex flava*, *C. Oederi*, *C. ornithopus*, *Eriophorum latifolium*, *Majanthemum bifolium*, *Erigeron acer* f., *Gnaphalium silvaticum*, (*Achillea Ptarmica*, *Artemisia vulgaris*), *Asperula odorata*, *Galium boreale*, *Gentiana campestris*, *Stachys silvatica*, *Arabis hirsuta*, *Turritis glabra*, *Draba incana*, *Actaea spicata*, *Thalictrum flavum*, *Viola mirabilis*, *Epilobium montanum*, *E. collinum*, *Circaea alpina*, *Impatiens Noli tangere*. Sammen med disse anføres almindelige liplanter og fjeldplanter, der paa disse kanter hyppig gaar ned i lavlandet, som *Carex alpina*, *C. atrata*, *Bartschia alpina*, *Veronica fruticans*, *Alchemilla alpina*, *Thalictrum alpinum*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. aizoides*, *S. stellaris* samt *Salix herbacea* og *S. hastata*.

Særlig er dog kalk-skiferfloraen utbredt paa Langvandetets nordside. Fra Hammernes og Fuglvik foreligger der nogle angivelser fra Heltzen og Fridtz, der dog væsentlig samlet moser her sammen med B. Kaalaas. Selv opholdt jeg mig halvanden uke 1910 i traktene mellem Langvatnet og Svartisen.

Langvatnet, der ligger 3 à 4 km. nord for Ranenfjordens bund og 47 m. o. h., er 28 km.² stort, 20 km. langt og 1.2—1.8 km. bredt. Dets vestre del har retning nordvest—sydøst paa en strækning av ca. 9 km., der efter bøier det mot øst. Paa begge sider ligger der nogle gaarder og pladser, men særlig er der paa nordsiden steile fjeld. Underlaget er her for det meste skifer, tildels med mægtige kalklag, særlig i Hammernes-flaagene. Fjeldskrenten er her ca. 300 m. o. h., og under denne er der urer, tildels dækket av teiger med birkekrat. I disse kalkurer er der en særdeles artrik flora, en samling av de fleste lavlandsplanter («boreale» planter) inden Helgelands kalkflora og desuten flere kalkelskende fjeldplanter. Følgende «boreale» planter bemerkedes: *Asplenum Ruta muraria*, *A. Trichomanes*, *Phlegopteris Dryopteris*, *Woodsia ilvensis*, *Calamagrostis Epigeios*, *Carex ornithopus*, *Convallaria majalis*, *Epipactis atrorubens*, *Arenaria serpyllifolia*, *Arabis hirsuta*, *Turritis glabra*, *Erysimum hieraciifolium*, *Viola mirabilis*, *Anthyllis Vulneraria*, *Lathyrus vernus*, *Vicia silvatica*, *Rosa glauca*, *Geranium Robertianum*, *Linum catharticum*, *Lappula deflexa*, *Stachys silvatica*, *Scrophularia nodosa*, *Linaria vulgaris*, *Erigeron acer* et f. *rigidus*, *Lactuca muralis*, *Hieracium macrolepideum* forma samt *H. hypoboreum*.

Hertil kommer av specielle fjeldplanter: *Asplenum viride*, *Woodsia alpina*, *Triticum violaceum*, *Carex rupestris*, *C. atrifusca* (Fridtz), *Salix reticulata*, *Veronica fruticans*, *Euphrasia Salisburgensis*, *Gentiana nivalis*, *Braya alpina*, *Astragalus alpinus*, *Dryas octopetala*, *Saxifraga adscendens*, *S. nivalis*, *Erigeron borealis*, hvortil ogsaa kan føies *Arctostaphylos uva ursi* og *Cerastium alpinum* f. *lanatum*.

I birkeliene er der en overmaade frodig vegetation av store bregner og de sedvanlige liplanter, men indimellem disse saaes flere almetrær samt *Daphne Mezereum*, *Triticum caninum*, *Actaea spicata*, *Thalictrum alpinum*, *Cardamine silvatica* (Fridtz), *Hypericum quadrangulum*, *Cystopteris montana*, samt som oftest ganske overgroet av den yppige livegetation: *Circaea alpina* og *Asperula odorata*.

Ogsaa Heltzen omtaler forekomsten av alm og *Origanum* paa nordsiden av Langvandet og fremhæver særlig Hammernes og det i øst herfor liggende Fuglvik. Om *Origanum* berettes, at den, som endnu, er vel kjendt

under navn av »kongsgræs« og samles i bundter, der sælges som krydderi under navn av timian. Dette gjøres endnu den dag i dag.

Ogsaa oppe paa skrenten saaes paa de nøkne steder endel av de anførte fjeldplanter, særlig *Dryas octopetala*, *Erigeron borealis* og *Carex rupestris* samt *Salix reticulata*.

Liene og urene ved Storsteinli (ogsaa benævnt Ormeli) øst for Hammernes er særlig bekjendt for den mængde, hvori kongsgræs her forekommer. I urene saaes foruten en mængde Hieracier av kalk-skiferplanter *Erysimum hieraciifolium*, *Arabis hirsuta*, *Turritis glabra*, *Linaria vulgaris* og *Erigeron acer* forma.

Ravn tind (508 m.), ret op for Storsteinlien, dannes derimot av granit, og her synes det efter FRIDTZ' notater kun at være triviell fjeldflora med en og anden av de almindeligste blandt de særlig paa skifer og kalk forekommende arter, som *Carex rupestris*, *Salix reticulata*, *Veronica fruticans*, *Thalictrum alpinum*.

Kalkpartiet fortsætter fra Hammernes, dog med mindre artrik flora, i nordvestlig retning over Ravnaaga under hele fjeldkjæden til Glaamvatnet. Flere kalkpartier med utpræget flora forekommer ogsaa nede i dalen, saaledes ved gaarden Ravnaa, hvor paa kalkbergene saaes planter som *Woodsia ilvensis*, *Arabis Thaliana*, *Viola mirabilis*, *Silene rupestris*, *Erigeron acer* f., *Sedum acre*, *Epilobium collinum*, hvortil kommer fjeldplanter som *Saxifraga Cotyledon*, *S. oppositifolia*, *S. nivalis* og *Cerastium alpinum*.

I urene under Burfjeldet ovenfor Ravnaa saaes nogle faa av de fra Hammernesflaagene anførte kalkelskende planter, saaledes *Origanum* samt desuten *Hieracium arctogenum* foruten almindeligere planter som *Actaea spicata*, *Arabis hirsuta* og *Stachys silvatica*.

I granskogen saaes av sjeldnere planter *Pyrola media* og *P. uniflora*. Paa elveørene ved Ravnaagas utløp vokser *Equisetum variegatum*, *Juncus alpinus*, *Calamagrostis neglecta*, *Carex pulla*, *C. Buxbaumii* samt *Pedicularis Sceptrum Carolinum*, der i det hele er hyppig i trakten, saaledes fra Glaamaagas deltaformede utløp i Langvandet indover til Fiskkjønmoen. Paa elveørene optræder desuten smaa krat av *Salices*, især *Salix pentandra*, *S. nigricans* og *S. phylicifolia*.

Over trægrænsen paa Burfjeldet, der ellers for størstedelen dannes av glimmerskifer, er der ogsaa store strøk med kalk. Vegetationen er her særlig i kalkbeltet meget rik paa fjeldplanter. Saaledes kan av mere specielle kalk- og skiferplanter nævnes: *Asplenium viride*, *Carex rupestris*, *C. pedata*, *C. atrifusca*, *Gymnadenia albida*, *Salix reticulata*, *S. arbuscula*, *Erigeron uniflorus*, *Veronica fruticans*, *Saxifraga adscendens*, *S. oppositifolia*, *Viscaria alpina*, *Draba hirta*, *Dryas octopetala*, *Oxytropis lapponica*

og *Astragalus alpinus*, hvortil kommer en meget artrik flora av mere almindelige fjeldplanter, især saadanne, der vokser ved snevand, som *Ranunculus glacialis*, *R. pygmaeus*, *Saxifraga nivalis*, *S. cernua*, *S. rivularis*, *S. stellaris*, *Veronica alpina*, *Carex lagopina*, *C. rufo* og *Catabrosa algida*. I de storstenede urer fandtes især *Cryptogramma crispa*, *Luzula arcuata* **confusa*, *L. spicata*, *Poa laxa*, *Cardamine bellidifolia* og *Sibbaldia procumbens*.

Paa de øverste partier henimot varden (1082 m. o. h.) manglet omtrent ganske de omtalte specielle kalkplanter, hvorimot de sidstnævnte haardføre fjeldplanter, især snevandsfloraen, var talrik repræsenteret.

Under Størvastind, ret overfor Fiskkjønmoen paa Glaamaagas vestsider, er der oppe i liene en liten samling av almetrær (=Almelunden). Her fandtes ogsaa *Asperula odorata* og *Origanum vulgare*. Men ellers var der her i liene, som mangesteds i disse trakter, en alt andet kvælende vegetation av store bregner, *Mulgedium* og *Aconitum septentrionale*. Oppe paa fjeldet (høieste top 936 m.), der dannes av glimmerskifer med spredte kalkstrøk, var floraen ikke saa interessant som paa Burfjeldet. Men ogsaa her saaes spredte bestande av *Dryas*, *Oxytropis lapponica*, *Astragalus alpinus*, *Draba hirta*, *Veronica fruticans*, *Salix reticulata*, *Carex rupestris* og *Asplenium viride*, foruten den i disse fjeldtrakter hyppige *Viscaria alpina* samt *Saxifraga nivalis*, *S. caespitosa* og andre mere almindelige høifjeldsplanter.

Over Størvastind gaar grænsen mot Røde prestegjeld og herred. Ogsaa under fjeldet mot Størvatnet og videre til Melfjorden fortsætter kalkdragene, og inderst ved vandet skal ogsaa her forekomme alm og kongsgræs.

Ogsaa paa Glaamaagas østside nedenfor birkegrænsen saaes mellem Fiskkjønmoen og Glaamvatnet paa kalkdragene fjeldplanter som *Asplenium viride*, *Carex rupestris*, *C. atrifusca*, *Salix reticulata*, *Veronica fruticans*, *Saxifraga adscendens* sammen med lavlandsplanter som *Arabis hirsuta*, *Erysimum hieracifolium*, *Erigeron acer* f.

Ved Glaamvatnet (143 m. o. h.) avsluttet jeg mine undersøkelser paa denne kant. Men stud. min. R. MARSTRANDER, der i geologisk henseende undersøkte disse trakter, har meddelt mig, at ialfald *Dryas* og *Salix reticulata* var karakterplanter for kalken ogsaa i de Svartisen nærmeste trakter, saaledes i lier ret op for Glaamdalen gaard, i Pikhaugene langs kalkdraget ved stien, i kalkdraget sydvest for Kamplivand, paa nordsiden av nedre Tærskaldvand og i kalkdraget ved Store Glaamvand.

Fjeldpartiene syd for Størvastind paa Glaamaagas og Langvatnets vestsider dannes derimot av granit. Her har man Høgtuva (1271 m.),

Lilletuva (1081 m.) og Snefjeldet (1182 m.) paa grænsen mot Hennes med store bræpartier. Som sedvanlig paa granitfjeld er her vegetationen yderst triviell. En samling fjeldplanter fra Høgtuvas ryg, som var samlet av gaardbruker OLE RAVNAA, utviste kun repræsentanter for de mest haardføre fjeldplanter, saadanne som er nævnt fra hoideplataet paa Burfjeld, men ingen *Dryas*-formationen tilhørende.

Fra mit kvarter paa Ravnaaen gaard foretok jeg derimot en ekskursion til gaarden Rausandakslen. Paa kalkstrøket ved Ravnaaga optræder her meget frodig *Dryas*, *Salix reticulata* og *Carex ornithopus*.

I urer og paa skrenter under Storfjeldet (810 m.) ovenfor Rausandakslen vokser *Erysimum hieraciifolium*, *Arabis hirsuta*, *Draba hirta*, *Veronica fruticans*, *Primula scotica*, *Erigeron acer* f., *Hieracium arctogenum* og *Asplenium viride*. Men oppe paa fjeldet, hvor underlaget er haardere (gneis), var der en meget ensformig vegetation med planter som *Empetrum*, *Vaccinium vitis idaea*, *V. uliginosum*, *Azalea procumbens*, *Solidago Virga aurea*, *Juncus trifidus*, *Luzula arcuata*, *Carex rigida*, *Festuca ovina*, *Lycopodium Selago* samt *Salix herbacea* og *S. reticulata*.

Ogsaa i liene ovenfor Rufsholm ved Langvasaagas utløp av Langvatnets østside fandtes *Origanum* og endel almetrær og i selskap med disse som vanlig *Asperula odorata* samt *Thalictrum flavum*.

Fra Rufsholm fulgtes Blakkaagas østside gjennom ensformig skog og myrterræng til Sakriheien, hvorpaa jeg tok over elven til gaarden Lille Røvatn og derfra til Svartisdal turisthytte (ca. 100 m. o. h.). Vegetationen paa denne strækning kunde kun fremvise, hvad der pleier at vokse i skog og paa myr i disse trakter.

Fra Svartisdal gik jeg op paa Brunstadtind. Ogsaa her var i liene den sedvanlige livegetation med *Mulgedium* og høie bregner etc. eneraadende. Underlaget er her en gneislignende skifer uten marmorstrøk, og snaufjeldet indtil høieste punkt (829 m.) kunde kun fremvise en yderst triviell fjeldflora med karakterplanter som *Luzula arcuata*, *Juncus trifidus*, *Carex rigida*, *Poa laxa* og de sedvanlige lyngartede fjeldvækster.

Interessantere er derimot Rundtind, ret i nord for Brunstadtind og dettes fortsættelse Brunstadfjeld, inderst inde i Brundalen ved Gaabrokbreen i Svartisen. Her er der nemlig oppe paa fjeldet nogle kalkknauser, hvor *Dryas* er vegetationsdannende, og sammen med denne optræder *Salix reticulata*, *Asplenium viride*, *Carex rupestris*, *Gymnadenia albida* og *Saxifraga adscendens*. Fra toppen av fjeldet (954 m.) nedover til Øvre Brundvand (641 m.) er der paa sine steder en temmelig frodig vegetation av de i disse trakter sedvanlige fjeldplanter som *Luzula arcuata*, *Carex lagopina*, *Saxifraga cernua*, *S. nivalis*, *S. rivularis*, *Arabis alpina*, *Cardamine*

bellidifolia, *Ranunculus pygmaeus*, *Viscaria alpina*, *Phyllodoca coerulea*, *Andromeda hypnoides*, *Azalea procumbens* o. s. v. Lignende maa vistnok ogsaa vegetationen ellers være paa de nøgne topper i og ved denne del av Svartisen. Student MARSTRANDER har nemlig herfra bragt mig eksemplarer av *Ranunculus glacialis*, *Viscaria alpina* og *Saxifraga cernua* samt meddelt mig, at ogsaa her var *Dryas* og *Salix reticulata* karakterplanter for kalken, saaledes i det midterste kalkdrag paa Nedre Bogfjeld og paa kalken øverst paa Heinfjeld (752 m.) i Blakkaadalen.

Vegetationen inde i selve Svartisdalen langs Svartisvandet (75 m.) er ganske stemmende med den, man har i liene. Paa lange strækninger var det næsten ufremkommelig paa grund av den tætte bestand av mandshoi turt og bregner. Paa myrene optræder fleresteds *Blechnum* og *Narthecium ossifragum*.

Fra dyndet indenfor vandet til Østerdalsisen, der under den usedvanlige varme sommeren 1910 var i sterk smeltning, skal anføres: *Lycopodium annotinum*, *Aira alpina*, *A. flexuosa*, *Festuca ovina* f. *vivipara*, *Agrostis canina*, *A. borealis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa glauca*, *P. alpina*, *Carex irrigua*, *C. rigida*, *C. brunnescens*, *Eriophorum angustifolium*, *Luzula spicata*, *L. campestris*, *Juncus filiformis*, *J. trifidus*, *J. alpinus* (i mængde), *Salix herbacea* samt smaa skud av *S. lapponum*, *S. glauca*, *S. phyllidifolia* og *S. lanata*, *Oxyria digyna*, *Polygonum viviparum*, *Rumex Acetosa*, *Saxifraga stellaris*, *S. oppositifolia*, *Drosera rotundifolia*, *Potentilla Tormentilla*, *Vaccinium uliginosum*, *V. Myrtillus*, *Pedicularis Sceptum Carolinum*, *Solidago Virga aurea*, *Leontodon autumnalis*, *Hieracium prenanthoides* f.

I det hele synes der her ei at være nogen utpræget bræflora, men de omliggende liers og myrers flora, reduceret i arts- og individantal.

Fra utlopet paa Langvatnets østside gaar Langvasaaga sydover i et bredt bugtet løp 7 km., til den falder i Ranenelven.

Dunderlandsdalen.

Ranenelvens dalføre fra munden i Ranenfjorden til foreningen av dens kildeelver (67.5 km. fra utlopet), Randalselven og Virvaselven, benævnes Dunderlandsdalen, der dog særlig betegner partiet mellem Nævernes og Bjellaanes. Hele dette dalføre og dets fortsættelse Randalselvens dalføre indtil grænserosen paa Nasafjeld var gjenstand for indgaaende undersøkelser av A. BLYTT og W. ARNELL. FRIDTZ har botanisert indtil Bjellaanes og i den nord herfor liggende Tespaadal. Fra HELTZEN foreligger nogle angivelser mellem Langvasaagas utløp ved Skonseng til Dunderland. Selv har jeg ikke været i disse trakter, men vil for sammenhænen-

gens skyld i al korthet omtale de vigtigste av disse botanikeres plantefund. I sit nedre løp fra Nævernes kapel av har elven et meget bugtet leie (nordvestlig—sydvestlig—nordvestlig) med for størstedelen snever dalbund. Fra Bjellaanes til Nævernes er retningen sydvest, og dalbunden er her et langt stykke temmelig vid, men indsnevres igjen længere oppe. Fra sammenløpet av den fra syd kommende Virvaselv og den fra nordøst kommende Randalselv indtil Bjellaanes er retningen nordvestlig—vestlig. Dalsiderne er bevokset med naaleskog og birkeskog. Naaleskogen dannes i den nedre del av dalen væsentlig av gran. Grangrænsen sættes av Blytt til 1003 fot ved Vesteraali og 902 fot ved Ørtfjeldgaardene. Granen gaar op over dalen omtrent til Bjellaanes, litt søndenfor Polarcirkelen. Efter sigende skal dog granen være indvandret i dalen efter dens bebyggelse; i de aller ældste bygninger er der endnu furutømmer. Furu forekommer især øverst i dalen (ca. 8000 maal) og ellers i det nedre litt spredt. Birkeskogen begynder allerede 5 km. ovenfor øverste gaard Randalsvolden paa østsiden av Nasafjeldet. Birkegrænsen sættes av Blytt ved Vesteraali til 1997 f. og Dunderland 2003 f. De vigtigste lovtrær er ellers: older, asp, selje, rogn og hæg. At her særlig i ældre tid har været endel alm, viser gaardsnavnene Almli.

Dunderlandsdalen er godt bebygget fra Dunderlandsgaardene og nedover; længere oppe er bebyggelsen noget spredt undtagen ved Bjellaaneset, hvor der er en klynge av gaarder. I den øverste del av dalen kan kornet kun benyttes til grønfoder.

Særlig paa nordsiden av Dunderlandsdalen er der høie fjeldpartier. Navnlig maa her nævnes Svartisfjeldet (indtil 1264 m. høit) med et bræparti paa 11.5 km.² og syd og øst herfor det vældige Ørtfjeld med flere adskilte topper, hvorav den høieste naar op til 1442 m., botner og bræer, hvis areal utgjør 16.2 km.². Nord herfor kommer Stormdalen, der utmunder i Dunderlandsdalen et stykke nordenfor dalens boining mot vest, og nord for Stormdalen atter et vidtstrakt fjeldparti med store bræer, sydligst Bredekfjeldet (indtil 1360 m. o. h.) og nordligere Steinfjeldene (indtil 1328 m.). Paa sydsiden er der derimot mest lavere aasrygger, først Langfjeldet, der kun naar en hoide av 556 m. Paa østsiden av dette ret imot Nævernes kapel utmunder Grønfeldelvens dalføre, opkaldt efter Grønfeldet (1057 m.) paa nordvestsiden inde i dalen. Paa anden side av Grønfeldelven kommer mot Ranenelven først en lavere aasryg Lasken (indtil 763 m.) og dernæst fjeldryggen Jarfjeldet (indtil 1161 m.) med bræpartier paa østsiden og endelig nord herfor i hjørnet av den vinkel, Ranenelven danner ved Vestre Bjellaaneset, Messingen (indtil 730 m.). Nord herfor mellem

Tespa og Bjellaagas daløre ligger fjeldryggen Tespfjeldet. Efter utløpet av Bjellaaga bøier Ranendalen mot sydvest, og her har man indtil sammenløpet av den fra øst kommende Randalselv og den fra syd kommende Virvaselv paa nordsiden fjeldpartiet Raufjeldet (indtil 1209 m.) og paa sydsiden Kjerringfjeldet (indtil 1216 m.). I hjørnet mellem de to sidstnævnte elver ligger Andfjeldet (indtil 1204 m.). Øst herfor mellem Randalselven, den nordfra kommende Gubbeltaa og riksgrensen ligger fjeldpartiet Nasa (1214 m.).

Det geologiske underlag i Dunderlandsdalen er væsentlig glimmerskifer med tildels mægtige kalklag og rike forekomster av jernmalm. Kalkstenen gaar (iflg. Helland) i en bred zone efter Dunderlandsdalens dalbund fra Dunderland gaard til Ørtvatn og forbi Vesteraali; fra Dunderland gaard strækker den sig i nordøst gjennem dalen forbi gaardene Messingsletten og Bjellaanes videre op Tespdalen samt fortsætter nedover mot Krokstrand og Randal. Av andre bergarter bør nævnes yngre gneis, der forekommer paa flere steder, saaledes i Ørtfjeldet og mellem Kviteng og Reinforshei, med marmorlag saavel over som under. Desuten forekommer kvartsrike skifere og litt kvartsit, saaledes mellem Storvolden og Messingsletten samt mellem Randalsvolden og Andfjeldneset, samt et granitfelt nord for Skonseng nær Langvasaagas utløp.

Paa grund av disse for plantevæksten saa gunstige geologiske forhold regner A. Blytt Dunderlandsdalen ved siden av Lerskardalen i Korgen til de planterikeste steder i Ranen. I indledningen til sin Ranenflora s. 133 nævner han særlig Bredekfjeld, Bjellaanesfjeld, Rødfjeld samt Dugurmaalshaugen (en høide op for Søndre Dunderland).

Paa kalken mellem Ørtvand og Dunderland er der efter A. Blytts Ranenflora og hans skriftlige optegnelser en meget rik og avvekslende flora, idet der her som ellers paa denne bergart optræder endel sydligere planter (især tilhørende A. Blytts boreale element) og desuten mange fjeldplanter. Av de første skal efter A. Blytts fortegnelser anføres for denne strækning: *Phlegopteris Robertiana* (mellem Dunderland og Strandjordet), *Asplenium Trichomanes* (i birkebeltet ovenfor Dunderland), *Carex ornithopus* (temm. alm. paa kalken, ovenfor Dunderland næsten til birkegrænsen), *C. digitata* (paa kalk i granbeltet), *Paris quadrifolia*, *Epipactis atrorubens* (i birkebeltet ved Dunderland), *Gymnadenia conopsea*, *Daphne Mezereum* (fra Selfors temm. alm. i granregionen til færgestedet ved Dunderland), *Galium triflorum* (ved Almelién), *Stachys silvatica*, *Scrophularia nodosa*, *Pyrola media* (Dunderland), *Actaea spicata*, *Thalictrum flavum*, *Arabis hirsuta*, *Erysimum hieracifolium*, *Viola mirabilis*.

Av fjeldplanter, der paa denne strækning gaar ned til dalbunden i granregionen, og hvorav ialfald de fleste særlig optræder i mængde paa kalken, anføres: *Equisetum scirpoides*, *Woodsia alpina*, *Cystopteris montana*, *Asplenium viride*, *Aspidium Lonchitis*, *Botrychium boreale* (Ørtfjeldgaardene), *Lycopodium alpinum*, *Agrostis borealis*, *Carex alpina*, *C. atrata*, *C. Macloviana* (= *C. festiva*, Nævermohei paa engene ved elven 1—200 fot), *Salix myrsinites*, *S. reticulata*, *S. lanata*, *Erigeron uniflorus* (under tvil, ned til elven ved Dunderland), *E. acer* f. *rigidus* (benævnt *E. Mülleri*, fra Ørtfjeldgaardene alm. til Dunderland), *Saussurea alpina*, *Gentiana nivalis* (ved Almelen), *Veronica fruticans*, *V. alpina*, *Saxifraga nivalis*, *S. stellaris*, *S. aizoides*, *S. oppositifolia*, *Cerastium alpinum* f. *lanatum*, *Draba incana*, *Astragalus alpinus* (alm. hele dalen opover).

Desuten nævnes av noget sjeldnere planter fra denne strækning: *Equisetum hiemale* (Almelen, Dunderland), *Lycopodium complanatum* (Stilvasaaen, Dunderland), *Aira alpina* f. *pallida* (alm. gennem hele dalen), *Carex loliacea* (hist og her i granskogene), *Eriophorum latifolium*, *Scheuchzeria palustris* (Strandjordet), *Juncus supinus*, *Listera cordata*, *Potamogeton gramineus* (færgestedet ved Dunderland), *Veronica scutellata* (Dunderland), *Pedicularis Sceptum Carolinum*, *Barbarea stricta* (mellem Almelen og Dunderland).

Allerede HELTZEN har anført fra Skonseng (nær Langvasvaagas udløb, ca. 60 m. o. h.) fjeldplanterne *Saxifraga nivalis*, *Sibbaldia procumbens* og *Astragalus alpinus*. Desuten kan merkes, at angivelsen av *Naumburgia thyrsoflora* for Eitera, der i A. Blytts Ranenflora henføres til M. N. Blytt, skyldes ham.

Iblandt liplanter, der hyppig optræder nede i dalen, nævner A. Blytt: *Milium effusum*, *Calamagrostis purpurea*, *Polygonatum verticillatum*, *Mulgedium alpinum*, *Gnaphalium norvegicum*, *Aconitum septentrionale* samt desuten ikke sjelden *Campanula latifolia* og *Myosotis silvatica* samt *Hieracium prenanthoides*.

I skog- og fjeldtraktene i den nedre del av Dunderlandsdalen sees A. Blytt paa dalens nordside særlig at ha botanisert ved Vesteraali nordvest for Ørtvand, ved Kvanvand under Ørtfjeldet ret op for Ørtvandet samt op for Dunderland. Grangrænsen sættes ved Vesteraali til 1003 fot og birkegrænsen til 1997 fot. Fra granbeltet anfører han i sine skriftlige optegnelser av mere bemærkelsesværdige planter: *Agrostis rubra*, *Carex microstachya* (400 fot, forma *macra*), *C. loliacea*, *C. pulla*, *C. Buxbaumii*, *C. loliacea*, *Eriophorum latifolium*, *Listera cordata*, *Salix phylicifolia*, *Pedicularis Sceptum Carolinum*, *Trollius europæus*. Enkeltvis gaar dog granen adskillig høiere op i birkeliene.

Andromeda hypnoides gaar ned til birkegrænsen, *Phyllodoce* ned i birkeregionen og *Pedicularis lapponica* ned til grangrænsen, *Sibbaldia* langt ned i granregionen.

Ved Kvanvandet (457 m. o. h.) vokser endnu nogle forkrøblede birker, og fra vandbredden anføres *Andromeda hypnoides*, *Carex Buxbaumii*, *Ranunculus glacialis*, *Trollius europaeus*, *Cardamine pratensis* f. *propaguli-fera* Norm., *Sibbaldia procumbens*.

I vidjebeltet optræder her under fjeldet: *Phegopteris polypodioides*, *Hierochloa odorata*, *Poa alpina*, *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula arcuata*, *Rumex Acetosa*, *Polygonum viviparum*, *Solidago Virga aurea*, *Cirsium heterophyllum*, *Antennaria dioica*, *Taraxacum officinale*, *Campanula rotundifolia*, *Trientalis europaea*, *Pinguicula vulgaris*, *Bartschia alpina*, *Myrtillus nigra*, *M. uliginosa*, *Calluna vulgaris*, *Andromeda hypnoides*, *Cornus suecica*, *Empetrum nigrum*, *Ranunculus acer*, *Geranium silvaticum*, *Melandrium silvestre*, *Epilobium angustifolium*, *Potentilla verna*, *Rubus saxatilis*.

Fra gaarden Nordre Dunderland foretog A. Blytt efter sine skriftlige optegnelser en tur op paa den ovenforliggende del af Ørtfjeldet, gik over dettes ryg og ned i Stormdalen.

Efter hans dagboksoptegnelser fra denne tur skal meddeles følgende. Granen sluttet straks ovenfor gaarden. Fra de øvre birkelieer anføres: *Molinia coerulea*, *Triticum caninum*, *Carex alpina*, *C. atrata*, *C. atrifusca*, *C. capillaris*, *C. pulla*, *C. ornithopus*, *C. vesicaria* f. *alpigena*, *Gymnadenia conopsea*, *Ajuga pyramidalis*, *Melampyrum silvaticum*, *Veronica officinalis*, *Pinguicula vulgaris*, *Pyrola minor*, *Arabis hirsuta*, *Geum rivale*, *Lotus corniculatus*, og av træer og busker *Alnus incana*, *Prunus Padus*, *Sorbus Aucuparia* og *Ribes rubrum*. Birkegrænsen sættes her til 2003 fot.

Fra vidjebeltet anføres: *Selaginella*, *Carex capillaris*, *C. pulla*, *Salix myrsinites*, *S. reticulata*, *S. herbacca*, *Erigeron uniflorus*, *Solidago Virga aurea*, *Gentiana nivalis*, *Veronica fruticans*, *Euphrasia officinalis*, *Pinguicula vulgaris*, *Thalictrum alpinum*, *Trollius europaeus*, *Cerastium alpinum*, *Geranium silvaticum*, *Alchemilla vulgaris*. Skiferberg, siger han, findes høit oppe i vidjebeltet, men av de anførte er der kun meget faa — og det kun de almindeligste — av fjeldenes skiferplanter.

Ved vidjegrænsen anfører han endnu planter som *Athyrium alpestre*, *Anthoxanthum*, *Poa alpina*, *Polygonum viviparum*, *Oxyria*, *Rumex Acetosa*, *Taraxacum officinale*, *Myosotis silvatica*, *Archangelica officinalis*, *Ranunculus acer*, *Trollius europaeus*, *Melandrium silvestre*, *Alchemilla vulgaris*. Vidjegrænsen mot syd sættes til 2882 fot; en busk av *Salix lanata* vokste paa nordsiden 3242 fot o. h.

Som de sidste fanerogamer oppe paa fjeldet anføres: *Carex lagopina*, *Luzula arcuata*, *Taraxacum officinale*, *Gnaphalium supinum*, *Ranunculus glacialis*, *R. pygmaeus*, *Cardamine bellidifolia*, *Silene acaulis*.

Paa den snebare ryg av Ørtfjeld mellem Dunderlandsdalen og Stormdalen saaes endnu endel fanerogamer. Store bræpartier laa et par hundrede fot lavere¹.

Herfra anføres: *Lycopodium Selago*, *Aira alpina*, *Poa alpina*, *Festuca ovina*, *Carex rigida*, *Juncus biglumis*, *Luzula spicata*, *Salix herbacea*, *S. polaris*, *Petasites frigidus*, *Erigeron uniflorus*, *Saussurea alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Saxifraga nivalis*, *S. cernua*, *S. oppositifolia*, *S. stellaris* f. *comosa*, *Ranunculus glacialis*, *R. nivalis*, *Thalictrum alpinum*, *Cardamine bellidifolia*, *Arabis alpina*, *Viola biflora*, *Cerastium alpinum*.

Fra fjeldets nordside mot Stormdalen nævnes som voksende høit over vidjegrænsen: *Dryas*, *Ranunculus nivalis*, *Salix polaris* og en busk av *S. lanata* (se ovenfor), litt længere nede anføres: *Trisetum spicatum*, *Carex rupestris*, *Juncus trifidus*, *Salix glauca*, *Bartschia*, *Diapensia*, *Arctostaphylos alpina*.

Ved bræene og i skiferurer saaes: *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula arcuata* v. *confusa*, *L. campestris*, *Vaccinium vitis idaea*, *Veronica alpina*, *Alsine biflora*, *Alchemilla alpina*, *Ranunculus acer*, *R. nivalis*, *R. glacialis*, *R. pygmaeus*. De sidste forekommer ogsaa endnu i det øverste av vidjebeltet (*Salix glauca*) sammen med planter som *Aira flexuosa* f. *montana*, *Calamagrostis purpurea*, *Empetrum*, *Myrtillus nigra*, *M. uliginosa*, *Solidago* og *Hieracium alpinum*.

Ved birkegrænsen nævnes: *Selaginella*, *Asplenium viride*, *Molinia coerulea*, *Carex capillaris*, *C. Buxbaumii*, *C. atrata*, *C. alpina*, *C. atrifusca*, *Juncus triglumis*, *Gymnadenia albida*, *G. conopea*, *Salix myrsinites*, *S. hastata*, *S. reticulata*, *Leontodon autumnalis* f. *Taraxaci*, *Hieracium alpinum*, *Campanula rotundifolia*, *Rhinanthus minor*, *Melampyrum pratense*, *Euphrasia officinalis*, *Pinguicula vulgaris*, *Pyrola minor*, *Saxifraga aizoides*, *S. nivalis*, *Parnassia palustris*, *Draba hirta* f. *rupestris*, *Tormentilla erecta*, *Rubus saxatilis*, *Astragalus alpinus*.

Litt nedenfor birkegrænsen saaes: *Aspidium Lonchitis*, *Melica nutans*, *Agrostis borealis*, *Carex rupestris*, *C. vaginata*, *Gymnadenia conopea* (fl. alb.), *Coeloglossum viride*, *Pyrola rotundifolia*, *Epilobium alpinum* (coll.), *Dryas*, *Astragalus alpinus*, hvortil fra de øvre birkeliefer føies: *Milium effusum*, *Scirpus caespitosus*, *Listera cordata*, *Salix phylicifolia*, *Geum rivale*.

¹ A. BLYTT siger i sin Ranenflora, at fjeldryggen her var snebar i en høide av 3810 fot, medens store bræer like i nærheten gaar omtrent 600 f. lavere ned. Iflg. rektangelkartet er de høieste topper ovenfor Dunderland 1358—1284 m.

Fra bunden av Stormdalen, der i sin øvre del er temmelig aapen og myrlændt, men nederst ganske optages av elveleiet, anføres: *Aira caespitosa* v. *pallida*, *Carex chordorrhiza*, *C. pulla*, *C. aquatilis*, *C. rigida*, *C. alpina*, *C. loliacea*, *Juncus triglumis*, *Sparganium submuticum*, *Pedicularis Sceptum Carolinum* samt *Rubus arcticus*.

En lignende flora utviser R. FRIDTZ' fortegnelse over planterne paa Ørtfjeld op for Nævernes. I liene op til vidjegrænsen den sedvanlige li- og skogvegetation og ovenfor denne den sedvanlige høifjeldsflora med forholdsvis faa og kun de almindeligste skifer- og kalkplanter.

Interessantere i denne henseende er Dugurmaalshaugen (Middags- haugen) ret over paa den anden side av Ranenelven. Fra birkebeltet anfører M. N. Blytt her *Gymnadenia albida* og *Coeloglossum viride* og straks over birkegrænsen *Triticum violaceum*, *Carex capitata*, *C. pedata* (i mængde), *Chamaeorchis alpinus*, *Oxytropis lapponica*, *Astragalus oroboides*.

Fra vidjebeltet paa det bakenfor liggende høiere Jarfjeld anføres *Ramunculus nivalis*, *Saxifraga stellaris* f. *comosa*, *Luzula Wahlenbergii* og fra toppen *Catabrosa algida*.

Fra dalbunden mellem færgestedet ved Dunderland og Bjellaanes er noteret: *Agrostis borealis*, *C. alpina*, *C. atrifusca*, *Pedicularis Sceptum Carolinum*.

Fra Messingen anføres *Carex pedata* og *Chamaeorchis alpinus* og fra vidjebeltet mellem Messingen og Kjerringfjeld *Carex helvola*.

Ved Bjellaanes vokser der endnu nogle graner.

Fra Bjellaanesfjeld (det sydligste av rektangelkartets Tespfjeld) anføres paa østsiden skifere: *Equisetum scirpoides*, *Trisetum spicatum*, *Carex rupestris*, *C. pedata*, *C. atrifusca*, *C. ornithopus*, *Chamaeorchis alpinus*, *Gymnadenia albida*, *Coeloglossum viride*, *Salix reticulata*, *Dryas*, *Oxytropis lapponica* og fra skifer paa vestsiden *Cobresia Bellardii* samt desuten i fugtige skiferurer: *Carex parallela* og *Gymnadenia conopsea*. Ellers anføres over birkegrænsen planter som *Poa alpina* f. *vivipara*, *Agrostis borealis*, *Carex Buxbaumii*, *Salix hastata*, *S. polaris*, *Erigeron uniflorus*.

Paa høiden av fjeldet saaes i mængde *Catabrosa algida* i selskap med *Ramunculus pygmaeus*, *Saxifraga rivularis* og *Equisetum scirpoides*.

Fra det i vest herfor liggende Bredekfjeld anføres fra skiferen især i og ovenfor vidjebeltet, der her sættes til 3055 fot: *Asplenium viride*, *Cobresia Bellardii*, *Gymnadenia albida*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Draba nivalis*, *Potentilla verna* f. *gelida*, *Oxytropis lapponica* samt fra birkegrænsen, der her sættes til 2083 fot, *Hieracium arctogenum* Norrl. og *Carex ornithopus*.

Desuten anføres fra snauffjeldet: *Catabrosa algida*, *Viscaria alpina*, *Epilobium alpinum*, *Taraxacum* sp. og sedvanlige høifjeldsplanter.

Av sjeldnere planter ved selve Bjellaanes anføres *Scheuchzeria palustris* og ved Bredek *Botrychium boreale*.

Fra birkegrænsen paa Rødfjeld øst for Bjellaanesfjeld (Tespjeld) anføres: *Juncus biglumis*, *Trisetum spicatum*, *Primula scotica*, *Gentiana nivalis*, *Andromeda hypnoides*, *Diapensia lapponica*, *Saxifraga cernua*, og noget over birkegrænsen: *Equisetum variegatum*, *E. scirpoides*, *Carex rupestris*, *C. capitata*, *C. microglochin*, *C. pedata*, *Luzula arcuata*, *Gymnadenia albida*, *Coeloglossum viride*, *Chamaeorchis alpinus*, *Salix polaris*, *Rhodiola rosea*, *Ranunculus nivalis*, *Dryas octopetala*, *Oxytropis lapponica*.

Ved Krokstrand bemerkedes ved elven blandt andet: *Carex aquatilis*, *C. helvola*, *C. rariflora*, *C. rigida*, *Pedicularis Sceptum Carolinum* som fleresteds ellers samt i de fugtige ller nede i dalen: *Cystopteris montana*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *E. callithrix*.

I liene optræder foruten de sidstnævnte mange fjeldplanter, saaledes: *Asplenium viride*, *Aspidium Lonchitis*, *Equisetum scirpoides*, *Carex rupestris*, *C. atrata*, *Tofieldia palustris*, *Coeloglossum viride*, *Salix lanata*, *S. hastata*, *S. reticulata*, *S. myrsinites*, *Saussurea alpinus*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. aizoides*, *Thalictrum alpinum*, *Arabis alpina*, *Stellaria alpestris*, *Viola biflora*, *V. epipsila*, *Dryas octopetala*.

Fra birkefeltet anføres desuten av litt sjeldnere planter: *Poa remota*, *Carex loliacea* samt *C. ornithopus*. Den sidste henviser vistnok likesom *Asplenium viride* til kalkholdig underlag.

Noget nedenfor birkegrænsen anføres: *Lycopodium alpinum*, *Trisetum spicatum*, *Poa alpina* f. *vivipara*, *Carex lagopina*, *C. pulla*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Juncus biglumis*, *Oxyria digyna*, *Salix herbacea*, *Gnaphalium supinum*, *Veronica alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Saxifraga stellaris*, *S. rivularis*, *S. cernua*, *Epilobium alpinum*.

Fra Kjerringfjeld anføres av sjeldne fjeldplanter: *Sagina intermedia* og *Chamaeorchis alpinus*.

Ved elven mellem Krokstrand og Andfjeldnesset forekommer *Carex chordorrhiza*, *C. microstachya*, *Eriophorum latifolium*, *Viola suecica*, *Pedicularis Sceptum Carolinum*.

Paa Andfjeld, der ligger i hjørnet mellem sammenløpet av Randalselven og Virvaselven, sætter A. Blytt birkegrænsen til 2116 fot.

Oppe i birkelien er der her en frodig subarktisk vegetation, hvori blandt f. eks. *Polygonatum verticillatum*, *Melampyrum silvaticum et pratense*, *Archangelica officinalis*, *Ulmaria pentapetala*, *Comarum palustre* gaar næsten til birkegrænsen. Ned i birkeliene gaar dog flere fjeldplanter som *Pedi-*

ularis lapponica, *Stellaria alpestris* etc., og kun litt over birkegrænsen findes planter som *Catabrosa algida*, *Aira alpina*, *A. atropurpurea*, *Luzula Wahlenbergii*, *L. arcuata* f. *confusa*, *Diapensia*, *Saxifraga rivularis*.

I vidjeregionen optræder *Betula nana* i mængde (indtil 2934 fot) og sammen med denne *Equisetum silvaticum*, *E. scirpoides*, *Agrostis rubra*, *Calamagrostis neglecta*, *Carex capitata*, *C. canescens*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Salix myrsiniles* (indtil 2639 fot), *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum*, *Campanula rotundifolia*, *Pedicularis Sceptum Carolinum*, *Arctostaphylos alpina*, *Diapensia lapponica*, *Saxifraga aizoides*, *Melandrium silvestre*.

Ved vidjegrænsen, der sættes til 3073 fot, anføres: *Aira flexuosa* f. *montana*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex alpina*, *C. atrata*, *C. vaginata*, *Luzula campestris*, *Tofieldia palustris*, *Rumex Acetosa*, *Salix glauca*, *S. lanata*, *Solidago virga aurea*, *Hieracium alpinum*, *Gentiana nivalis*, *Pedicularis lapponica*, *Euphrasia*, *Pinguicula vulgaris*, *Trientalis europaea*, *Myrtillus nigra*, *M. uliginosa*, *Trollius europaeus*, *Draba hirta*, *Viscaria alpina*, *Geranium silvaticum*, *Alchemilla vulgaris*, *Dryas octopetala*.

Over vidjegrænsen nævnes en typisk høifjeldsflora med planter som: *Equisetum arvense* f. *alpestre*, *Lycopodium Selago*, *Festuca ovina*, *Poa alpina* f. *vivipara*, *P. pratensis*, *Catabrosa algida*, *Calamagrostis purpurea*, *Carex lagopina*, *C. rigida*, *Juncus biglumis*, *Luzula Wahlenbergii*, *L. arcuata*, *Polygonum viviparum*, *Koenigia*, *Oxyria*, *Salix herbacea*, *S. polaris*, *Erigeron uniflorus*, *Saussurea*, *Taraxacum officinale*, *Veronica alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Vaccinium vitis idaea*, *Saxifraga cernua*, *S. stellaris*, *S. st.* f. *comosa*, *S. nivalis*, *S. rivularis*, *Silene acaulis*, *Alsine biflora*, *Sagina intermedia*, *Cerastium trigynum*, *C. alpinum*, *C. Edmondstonii*, *Ranunculus glacialis*, *R. nivalis*, *R. pygmaeus*, *R. acer*, *Thalictrum alpinum*, *Sibbaldia*, *Potentilla verna*.

Fra toppen (1034 m.) noteres: *Trisetum spicatum*, *Carex pulla*, *Luzula spicata*, *Juncus trifidus*, *Salix reticulata*, *Antennaria alpina*, *Gnaphalium supinum*, *Veronica alpina*, *Rhodiola rosea*, *Arabis alpina*, *Viola biflora*, *Epilobium alpinum*, *Potentilla verna* f. *gelida*.

Fjeldet utviser altsaa en temmelig triviel flora med kun de aller almindeligste av de planter, der særlig utmerker skiferen og kalken; men den sedvanlige høifjeldsflora er forholdsvis rikt repræsenteret.

Fra Andfjeldnesset fulgte derpaa A. Blytt Randalselven indover til Randalsvolden (456 m. o. h., inderste gaard paa norsk side). Fra birkegrænsen paa det øst herfor liggende Nasafjeld anføres: *Woodsia alpina*, *Aira atropurpurea*, *Carex Buxbaumii*, *C. rariflora*, *Juncus biglumis*, *Pedicularis Sceptum Carolinum*, *Phyllodoce coerulea*.

Birkegrænsen paa Nasa sættes til 2173 fot og vidjegrænsen til 2828 f. Over vidjegrænsen (*Salix lanata*) anføres: *Catabrosa algida*, *Calamagrostis neglecta*, *C. purpurea*, *Aira flexuosa* f. *montana*, *Carex capitata*, *Luzula arcuata*, *Salix polaris*, *Koenigia islandica*, *Saxifraga stellaris* f. *comosa*, *Ranunculus nivalis*, *Viscaria alpina*.

Flere av disse samt *Sagina intermedia* anføres ogsaa for toppen Burcken. Grænserosen ligger paa toppen av Nasa (1214 m. o. h.).

Av disse A. Blytts undersøkelser i Dunderlandsdalen fremgaar det, at man her har ganske den samme flora paa skiferen og kalken som i traktene nord for Langvatnet under Svartisen og ved Umbugten i Mo, i Korgen, ved Røsvand (især paa østsiden), i Susendalen (især paa østsiden), og i indre Vefsen. A. Blytts koloni av sjeldnere fjeldplanter paa de nævnte bergarter i Lerskardalen i Korgen og Dunderlandsdalen i Mo er altsaa kun en del av en omtrent sammenhængende flora i indre Helgeland mellem Polarcirkelen og grænsen mot Søndre Trondhjems amt.

Foruten almindeligere planter paa skiferen og kalken (*Dryas* med dens sedvanlige følgeplanter) skal her kun nævnes nogle av de for hele partiet mest karakteristiske: *Carex pedata*, *C. atrifusca*, *Cobresia Bellardii*, *Chamaecorchis alpinus*, *Astragalus oroboides*, *Oxytropis lapponica*. Av uoverensstemmelser inden floraens sammensætning mellem de forskjellige trakter av det nævnte omraade er der faa. Nævnes kan, at *Draba alpina* kun er bemærket i det inderste av Susendalen, *Gentiana tenella* og *Alsine stricta* kun i Susendalen og paa Røsvandets østside, hvorimot *Draba nivalis* og *Carex Macloviana* (= *festiva*) kun er bemærket i Dunderlandsdalen og *Carex microglochin* og *C. helvola* ialfald maa være hyppigere i nordligere trakter end i Vefsen—Hatfjeldalen, hvor de dog turde være overset.

Som en merkelighet bor nævnes, at *Astragalus frigidus* kun forekommer i midtpartiet fra fjeldene henimot den svenske grænse ved Umbugten til Haukenesfjeld ved Mo (iflg. Kaalaas) og Kveldtuva mellem Elsfjorden og Mosjøen. Den synes derfor her at være indvandret til os østenfra ¹.

Det samme er vistnok tilfældet med *Pinguicula alpina*, der kun er fundet i Skarmodalen nær den svenske grænse.

Traktene nord for Bjellaanes i Dunderlandsdalen er ikke undersøkt, men der er al grund til at tro, at man her paa marmor- og skiferformation

¹ Dette synes ogsaa oftere at være tilfældet, og A. Blytt regnet den derfor i sine senere arbeider til at tilhøre de østenfra i subarktisk tid indvandrede planter. (Se Englers Jahrbücher XVII. Beibl. nr. 41, s. 26 flg.).

vil gjenfinde den samme flora og faa et bindeled med den interessante flora i Beieren og især i Junkersdalen i Salten.

Paa kalk stiger ogsaa endel lavlandsplanter, som gjerne vil ha det tørt og varmt, op over birkegrænsen og forekommer sammen med *Dryas*-vegetationen. Særlig er dette hyppig tilfældet med *Arabis hirsuta* og *Anthyllis Vulneraria*, undertiden ogsaa med *Sedum acre*; ja endog *Epipactis atrorubens* gaar flersteds op hoit i birkebeltet og paa Østre Mo-fjeld i Mo over birkegrænsen.

Hyppigere er dette møte av fjeldplanter og den nævnte gruppe av lavlandsplanter (A. Blytts »boreale element«) ute paa øene. Her stiger som oftere nævnt¹ mange fjeldplanter ned til havflaten paa kalken og skiferen og vokser her sammen med en hel række av de nævnte boreale planter, der ellers foretrekker varme urer i indlandet. Kalken er nemlig en tør og varm jordbund, og skifergruset er her like gunstig for dem som gruset i urene og paa fjeldvidden, medens en hel del masseoptrædende planter (særlig lyngvegetationen) ei kan fortrænge dem paa disse lokaliteter. Naar derfor oftere er talt om kalk- og skiferplanter (eller skifer- og kalkelskende planter), saa menes dermed de planter saavel av fjeld- som lavlandsfloraen, der i de nævnte trakter trives bedst paa disse bergarter. Dette har vist sig at være tilfældet paa alle undersøkte øer (og tildels ogsaa paa fastlandet) paa Helgelands kyst og kan ogsaa paavises like til Finmarken (f. eks. i Alten og Porsanger), ja endog i sydligere trakter kan man finde fjeldplanter gro sammen med boreale planter like ned til havflaten, fortrinsvis paa kalk. Man kan saaledes nævne *Dryas* voksende sammen med *Epipactis* paa strandklipperne paa Frosten ved Trondhjems-fjorden, *Salix reticulata* paa kalken paa Vaagsoen i Søndmore, *Dryas* paa Varaldsoen i Hardanger og endog ved Langesund i den interessante vegetation med *Epipactis* og *Ophrys*.

¹ Se specielt indledningen til A. Blytts Ranenflora, anført s. 11 ovfr.

Fortegnelse over karplanterne i Helgeland med angivelse av deres utbredelse, I.

Polypodiaceae.

Polypodium vulgare L. Klipper, ei alm., især paa øene og i de ytre trakter av fastlandet. Neppe over birkegrænsen.

Cryptogramma crispa (L.) R. Br. Urer og klipperifter, især tilfjelds over birkegrænsen teml. alm., f. eks. Breitind paa Alsten, Dønmanden og Hæstادتinden paa Donna, Lovunden, Aldertind paa Alderen, Øifjeld ved Mosjøen, Hatten mellem Mosjøen og Elsfjorden, Nesnefjeld (A. Blytt), Vastind ved Aldersundet, fjeldene nord for Silavandet ved indløpet til Sjøna, Burfjeld nord for Langvandet og fleresteds i fjeldpartiene under Svartisen, Ørtfjeld i Dunderlandsdalen (A. Blytt). Sjeldnere nede i lavlandet, som nær Sandnessjøen og Skei paa Alsten, ved Skei paa Donna, Hammerø i Nesna nede ved søen (A. Blytt).

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn. Krat, ei alm. i de lavere trakter, f. eks. Alsten og Donna hist og her, aasene ved Mosjøen, traktene ved Langvandet i Mo, Hammerø ved Nesna og Borresteinli ved Hemnes (A. Blytt).

Blechnum Spicant (L.) With. Lyng- og skogmark, oftest utenfor kalkomraadet og især alm. i de ytre trakter. I Vefsen gaar den dog like ind til Heringbotnet, ja forekommer endog i Røsvandets omgivelser, og i Mo, hvor den ifølge A. Blytt gaar like ned til søen, findes den ogsaa inde ved Svartisvandet. Stiger op i birkebeltet.

Athyrium Filix femina (L.) Roth. Skogtrakter, alm.; sj. op til birkegrænsen.

Athyrium alpestre (Hoppe) Rylands. Avløser foregaaende i de øvre birkeliet og gaar op til snegrænsen.

Asplenium Trichomanes L. Klipperifter, sj., vistnok overalt paa kalk. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Hellesvik, i Soviskaret henimot Einangen og ved Skei. Donna: Dønnesfjeld, ved Aakvik og i Nordviken. S. Hero. Bærø og Halø. Tomma. Ved Leland i Leirfjorden. Hammerø i Nesna (A. Blytt). Mellem Bygdaasen og Tverberg i Korgen (Heltzen). Ytterheien (A. Blytt) samt Hammernesflaagene nord for Langvandet i Mo. Birkebeltet ovenfor Dunderland i Mo (A. Blytt).

Asplenium viride Huds. Klipperifter og bergvægger, teml. alm. paa kalkholdig og skifrig underlag. Fra søen til over birkegrænsen. S. Herø. Alsten, f. eks. i Sandnessjøens omgivelser, ved Husmo, i Søvikskaret henimot Einangen og ved Skei. Dønna mangededs, f. eks. ved Glein, Gulstad og i Berfjorden, i Nordviken, paa Hæstadtindens skraaning mot Finbuvand. Bærø. Rødøfjeld (paa serpentin). Øene utenfor Ranenfjorden (A. Blytt). Onoen. Aldertind mot Dyrskarlien paa Alderen. Ved Liland og paa Leiraasen i Leirfjorden. Aas-aasen og nær Vasvatnet ved Aldersundet. Nesna (A. Blytt). Fransvikfjeld, mellem Myklebustad og Jægtstranden samt henimot Sjonbotnet i Sjona. Mo fleresteds, f. eks. overalt paa kalken nord for Langvatnet til henimot Glaamvand samt paa Rundtind inderst i Brundalen under Svartisen; Dunderlandsdalen (A. Blytt). Korgen: Maaltind i Bjerkadalen, fjeldene i Leirskardalen (A. Blytt), Rundtind paa Røsaasens vestside, Slegda paa overgangen til Bleikvand samt paa Anders Larsafjeld. Vefsen: Øifjeld, Moaasen og Dolstadaasen, ved Store Bjørnaavand, Stimoen og Ravatnet. Hatfjelddalen: Nellifjeld, Skindfjeld ovenfor Kvalpskarmo, Loipskaret mot Susendalen (Fridtz); Storvardhogda, Pantdalsfjeld og Jetnehaken paa Susendalens østside, Amirfjeld i Skarmodalen; Hatten, Gryttinden og Krutvandsrøddiken (paa serpentin); Ørefjeld ovenfor Aakervik ved Røsvand; Varnfjeld og Akfjeld ved Favnvand, Grandkonefjeld nær Tustervand og Raumaalingen mellem Tustervand og Lille Skalvand. Spjeltfelddalen under Okstindenes østskraaning. Ved Store Akersvatn og paa Østre Mofjeld henimot Umbugten fjeldstue.

Asplenium septentrionale (L.) Hoffm. Klipperifter, vistnok kun paa kalk. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. Hellesvik. Risvær (i Lurøy?) S. Chr. Sommerfelt in herb.

A. Ruta muraria L. Klipperifter, paa kalk. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Husmo og i Søvikskaret henimot Einangen. Dønna: ved Gjesfjorden (A. Blytt), Dønnesfjeld og i Nordviken. Hammernesflaagene ved Langvandet i Mo.

Phlegopteris polypodioides Fee. Skyggefulde steder i skog og krat, alm. til over birkegrænsen.

Ph. Dryopteris (L.) Fee. Som foregaaende.

Ph. Robertiana (Hoffm.) A. Br. Skyggefulde urer, paa kalkbund i de lavere trakter. Dønna: ved Gulstad og i Nordviken. Under Aas-aasen mot Aldersundet. Vefsen: under Dolstadaasen nær Andaas, under Moaasen mot Skjerva, ved Store Bjørnaavand og Ravatnet. Hemnes: Brendberget (A. Blytt). Mo: Hammernesflaagene samt under Selforsfjeld og mellem Dunderland og Strandjordet (A. Blytt).

Aspidium Lonchitis (L.) Sw. Klipperifter og urer, især paa kalkholdig og skifrig underlag, teml. alm. saavel ute ved kysten som i fjordtraktene og de indre fjeldegne. Gaar undertiden op over birkegrænsen.

A. montanum (Roth) Aschers. Birkeliet især i de ytre trakter, neppe alm. Under Breitenen paa Alsten. Under Øifjeldet ved Mosjøen samt under Hatten og Blaa fjeld mellem Mosjøen og Elsfjorden. Ved Helgaavand og Strandvand inde i Sjona. Under Størvastind ovenfor Fiskkjømoen mellem Mo og Melfjorden. Ei anført hos A. Blytt.

A. Filix mas (L.) Sw. Skog og urer, alm. til birkegrænsen (Klojæske).

A. spinulosum (Müll.) Sw. med *v. dilatatum* Hoffm. Skog, alm. til birkegrænsen.

Struthopteris germanica Willd. Fugtige skogtrakter. Alsten: ved Skei. Især i de indre trakter paa fastlandet. Holder sig især nede i dalførerne i gran- og birkebeltet.

Cystopteris fragilis (L.) Bernh. Skyggfulde klipperifter, alm., stiger op i vidjebeltet.

C. montana (Lam.) Bernh. Skyggfulde skoglier paa fastlandet, især i de indre fjordegne og fjeldtrakter, hist og her, paa skifrig eller kalkholdig underlag. Stiger undertiden op over birkegrænsen. Under Klubben og Aas-aasen mot Aldersund. Nesna i birkebeltets øvre del (A. Blytt). Ved Stien og under Fransvikfjeldet i Sjona i birkeliene. Hammernesflaagene i Mo. Dunderlandsdalen fleresteds fra gran- til vidjebeltet (A. Blytt). Korgen: Bjerkadalen fra dalbunden (f. eks. ved Reinforsmo) op i birkebeltet, Bryggefjeldet fra gran- til op i vidjebeltet (A. Blytt). Vefsen: Øifjeld og under Moaasen mot Skjerva samt ved Store Bjørnaavand. Hatfjeldsdalen: Nellifjeld, under fjeldene paa Susendalens østside fleresteds i mængde, liene ved Unkervand og i Skarmodalen, under Hatten, under Akslen ved Tustervand, under Ølfjeldkleppen ved Røsvandets nordøstre ende.

Woodsia ilvensis (L.) R. Br. Klipperifter og urer, vistnok især paa kalk, ei alm. S. Herø. Blomsø. Alsten og Donna fleresteds. Øene utenfor Ranenfjorden (A. Blytt). Alderen mot Aldersundet. Hemnæs (A. Blytt). Mo (A. Blytt), f. eks. ved Ravnaa og i Hammernesflaagene.

W. alpina Bolton. Klipperifter, især paa kalk, ei sjelden saavel paa øene som i fjord- og fjeldtraktene.

Ophioglossaceae.

Ophioglossum vulgatum L. Fast græsbund nær stranden. Alsten (M. N. Blytt). Blomsø. S. Herø. Risvær (S. Chr. Sommerfelt in herb.). Rosø i Trænen (J. Norman).

Botrychium Lunaria (L.) Sw. Paa græsbundne bakker eller sandgrund, hist og her, saavel paa øene og i fjordtraktene som inde i fjeldalene. Stiger undertiden høit op paa fjeldene, især paa skifer og kalk, saaledes paa Hjartfjeldsakslen ved Røsvand og Østre Mofjeld i Mo blandt *Dryas* over vidjebeltet.

B. boreale (Fr.) Milde. Som foreg., men sj. Alsten (M. N. Blytt). Risoen i Aasvær. Hatfjelddalen (J. Thomle): under Hatten. Nesnefjeld (A. Blytt). Mo: Ørtfjeldgaardene og Bredekfjeld i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

Equisetaceae.

Equisetum arvense L. Akker, veikanter og vandbredder, paa lerbund, alm. til op i lavbeltet. I flere former. Som v. *alpestre* Wg. ved snebækkene.

E. pratense Ehrh. Litt fugtig skogmark og ved vandbredder, ei alm. og maaske især i de ytre trakter.

E. silvaticum L. Skog og krat, alm. til birkegrænsen.

E. palustre L. Fugtige steder, ei alm. og vistnok kun i de laveste egne.

E. fluviatile L. med v. *limosum* (L.). Vandbredder, alm. i de laveste egne.

E. hiemale L. Alsten (M. N. Blytt): Sovikskaret i en tor bakke. Ranen (M. N. Blytt): Dunderland, Almelen, Jarfjeld i Dunderlandsdalen til op i vidjeregionen (A. Blytt).

E. variegatum Schleich. Fugtige steder, helst paa skifrig eller kalkholdig underlag, hist og her fra øene til de indre fjeldtrakter. Fra søen op i lavbeltet. Alsten: Hoiaasen nær Sandnessjøen og i Sovikskaret. Donna: f. eks. ved Glein og i Nordviken. Øene utenfor Rancnfjorden ei sj. (A. Blytt). Aas-aasen ved Aldersundet. Vefsen: Oifjeld, ved Klubvand nær Øksendal; Grønfjeld mellem Stavasdalen og Svenningdalen, under Kapfjeld mot Nedre Fiplingvand. Hatfjelddalen: Nellifjeld, Sommerfjeld og Vardhøgden i Susendalen, Krutfjeld og Ørefjeld ved Røsvandet, Grandkonefjeld ved Tustervand, Akfjeld ved Favnvand, fjeldene syd for Krutvandet. Kveldtuva mellem Mosjøen og Elsfjorden. Mo: Ravnaa paa elveøene; Østre Mofjeld nær Umbugten fjeldstue. Korgen: Rundtind, Slegda; Maaltind i Bjerkadalen. Ei sj. indover til grænsefjeldene i Korgen og Mo (A. Blytt).

E. scirpoides Michx. Grusede steder, især paa fjeldene. Alsten (M. N. Blytt). Vefsen: ved Ravatnet og Store Bjørnaavand, Grønfjeld med foreg. art. Hatfjelddalen: Nellifjeld, Susendalens østside flersteds paa fjeldene, f. eks. Nellifjeld, Sommerfjeld og Sletfjeld, Pantdalsfjeld og Jetnehaken; Amirfjeld og Arefjeld i Skarmodalen. Korgen: Slegda; Lerskar-

dalen (A. Blytt). Mo: Mo og Dunderlandsdalen fra granregionen op i lavbeltet (A. Blytt); Østre Mofjeld nær Umbugten fjeldstue.

Lycopodiaceae.

Lycopodium Selago L. Skog og urer, alm. til snegrænsen.

L. clavatum L. Skog, teml. alm. til birkegrænsen og som f. *lagopus* Læst. op i vidjebeltet (Lusegræs).

L. annotinum L. Som foreg., men almindeligere, som f. *pungens* Desv. op i vidjebeltet.

L. alpinum L. Tilfjelds alm., især over barskogens grænse, til snegrænsen (Jamne).

L. complanatum L. I granbeltet, vistnok sj. Ranen: Høinesset (M. N. Blytt); ved Vesteraali, Stilvasaaen og Dunderland i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

Selaginella selaginoides (L.) Link. Blandt fugtig mos, alm. til vidjegrænsen.

Isoetaceae.

Isoetes. I ferskvand paa mudret bund, neppe sjelden, i de lavere trakter, men ei eftersøkt. *I. lacustre* L. Vefsen: Fustvandet.

Pinaceae.

Juniperus communis L. Tørre steder til op over vidjegrænsen, til fjelds som v. *nana* Willd.

Pinus silvestris L. Sj. ute ved havet. Tjøtta: Tverhaugen i nordøst-partiet i mængde sammen med birk. Bærøen paa halvøen mot Aspvik-sundet i mængde: Rødø: litt furu. Alsten: litt skog paa myrene og i aasen paa nordvestsiden av de 7 Søstre ved Dalen (ca. 400 maal, iflg. R. Juul). Dønna: Hæstadmarken paa skraaningen ned mot Finbuvand og Mastuvand dels blandskog, dels i ren bestand, men tildels sterkt uthugget, ogsaa enkeltvis og spredt paa vestsiden av Strømmeskaret (anslaaes i det hele til ca. 900 maal, iflg. R. Juul). Tomma: Finvikdalen (ca. 500 maal, iflg. R. Juul). Lurø: paa nordøstsiden ved Suternes spredte trær, hvorav de høieste til ca. 5 m. i temmelig stor mængde. Stigen: i forsænkningene mellem aasene enkeltvis og i spredte bestande. Sparsomt ute ved havet ved Ranenfjordens munding. Ved Aldersundet enkelte naaletrær ved Inderelven og omkring Kvinvatn (Helland). I de ytre fjordtrakter i det hele spredt og sparsomt, saaledes litt furu op under fjeldet i Leirfjorden og Meisfjorden samt i Kvanbakdalen og Randalen paa Ranenfjordens syd-side. I de indre trakter skogdannende sammen med granen, der dog paa

store strækninger, særlig nede i dalene har fortrængt den, saa den oftest, som fleresteds i Vefsen, Sjonen, Hatfjelddalen og Mo nu fører en hændende tilværelse paa myrene eller staar enkeltvis oppe under bergrabbene. I Hatfjelddalen forekommer dog fleresteds endnu litt furuskog, saaledes paa Vefsenelvns sydside henimot gaardene Berglien og Jakobjonsadalen (ifølge skogforvalter I. Ruden), ved Rosvand mellem Krutaa og Krutnes samt ved Varnvand og Rødli i blandskog med granen, paa Unkernesset ved Unkervand en liten furubestand omgit av granskog, men særlig er der i Susendalen nedenfor Sordalen og Vollan endnu pen furuskog. I Korgen mestendels spredt og enkeltvis, saaledes ved Rosaaen særlig om Stabfossen. I Mo er der øverst i Dunderlandsdalen i statens eie ca. 8000 maal furuskog, som har været fredet i 30—40 aar og ser ut til at ville formere sig, medens der i avsidesliggende trakter, f. eks. i Blakaadalen (under Svartisen) og Trolddalen (en avdal i Langvasgrænden) næsten kun er tørfuruer. Som de væsentligste aarsaker til furuens tilbakegang anfores oftest skogbrand, finnernes renhjorder, storfugl og markmus (A. Helland, I. Ruden).

Picea Abies (L.) Karst. Som foreg. meget sparsomt ute ved havet. Tjøtta: ca. 12 smaa trær ved Valen. Dønna: i Hæstadmarken sammen med furuen nogle faa grantrær, desuten ogsaa ellers paa øen spredt en og anden gran (f. eks. ved Berfjorden). Sparsomt paa øene utenfor Ranenfjorden, saaledes paa Hugla oppe paa fjeldet ved det største vand flere temmelig store trær og desuten spredt flere mindre (lensmand Motzfeldt). Luro: paa sydsiden av Lurofjeldet en gruppe av 7—8 ca. 1.5 m. høie grantrær, paa østsiden flere temmelig høie trær sammen med furu. Paa Stigen nær Klippingvaag i en ur under fjeldet en temmelig hoi gran og desuten spredt et og andet litet træ paa øen. Paa fastlandet ved Aldersundet spredt og mest enkeltstaaende og i det hele sparsomt i de ytre fjordtrakter, f. eks. i Meisfjorden, Leirfjorden, Randalen i Nesna og i Sjona (f. eks. i Nordfjeldets skraaninger mot Pollen, Nordsjona og Helgaa-vasdraget). I de indre trakter derimot, særlig i Mo, Korgen, Vefsen og Hatfjelddalen, er der tildels vidtstrakte granskoger, der har god tilvækst og ofte forekommer ublandet. Især trives granen godt paa kalkbund og skifer. I Hemnes forekommer der iflg. Helland gran særlig paa følgende steder: Holmelvdalen, dalen mellem Rorlien og Øvre Strommen, Stromdalen, langs med Leirviken, Drevatnets dalføre, omkring Elsfjordens bund, omkring Luktvatnet og de til samme forende dalfører, i Rosaadalen, Bleikvasdalen og Kongsdalen, Bryggfjelddalen og Bjerkadalen, langs stranden og i de lavere partier av Hemneshalvoen. Iflg. Helgelands skogforvaltning ansættes naaleskogen, der væsentlig dannes av gran, til ca. 125 km.²,

hvorav ca. 40 km.² er i statens eie. I Hatfjelddalen anslaaes arealet til 120 km.², hvorav det allervæsentligste er i statens eie; ca. 100 km.² dannes av gran og ca. 40 km.² av furu. Særlig forekommer den her paa Røsvasholmen, ved Gruben, mellem Krutnes og Krutaa, ved Varntræsk og indover til Stekvasli og Rodli, i Skarmodalen, omkring Unkerelv og ved Unkervatnet, i Hatfjelddalsliene og liene særlig paa Susendalens vestside. Den stiger her til ca. 450 m. o. h. I Vefsen er granen det almindelige skogtræ og stiger op til ca. 350 m. o. h. Voldsomme skogbrände har herjet store deler av naaleskogen, saaledes nord for Vefsenelven fra Fjeldbækmoen til Storvatnet og sydover fra Vefsenelven langs Fiplingdalen. Litt naaleskog, men væsentlig løvskog, er vokset op i stedet. I Mo anslaaes arealet til 140 km.² gran og ca. 10 km.² furu. Høidegrænsen er ca. 400 m. I Dunderlandsdalen, hvor A. Blytt sætter grangrænsen til vel 300 m., gaar den opover til Bjellaanes, litt nord for Polarcirkelen. I de ældste bygninger i Dunderlandsdalen er der endnu furutømmer, hvorfor man antar, at granen her er yngre end dalens bebyggelse (iflg. Helland). Den er her, som ellers i landet, indvandret i en forholdsvis sen periode og er vistnok endnu paa vandring op gjennem dalene og opover dalsiderne, fortrængende furuen og delvis ogsaa birken. For største delen er den vistnok kommet østenfra, men til Vefsen rimeligvis søndenfra over Namsenskogen.

Sparganiaceae.

Sparganium ramosum Huds. **neglectum* (Beeby). Donna: Altervand nær Dønnes i mængde. Nordgrænse.

S. affine Schnitzl. I og ved vand, teml. alm. ialfald paa øene, saaledes: Alsten (M. N. Blytt), Tjøtta, Offer sø, Donna fleresteds, Vandved, Aasvær, Hugla (A. Blytt), Tomma, Stigen, N. Solvær, Sanna og Husø i Trænen, Lurø. Vefsen: mellem Molremmen og Hagfors. Hatfjelddalen: Breivik paa Røsvasholmen. Ranen (? M. N. Blytt under navn av *S. natans*). Oterbranden ved Hemnes (M. N. Blytt). Da frugtene ofte har været litet utviklet, kan eksemplarer fra nogle av de anførte lokaliteter maaske høre til *S. simplex*, hvorav jeg ei har set sikre eksemplarer.

S. submuticum Hn. (*S. hyperboreum* Læst.). Vandbredder, torvgraver, ei sj., fra søen op i birkebeltet. Donna, f. eks. ml. Glein og Skei og mellem Stavseng og Dønnes. Tomma (M. N. Blytt). Leirfjorden: Leland. Meisfjorden: Baatstø. Vefsen: Mokjøn nær Mosjøen, ved Strøm nær Fustvandet. Ved Stormoen nær Elsfjorden paa veien til Mosjøen. Hatfjelddalen: Breivik paa Røsvasholmen. Teml. alm. fra Nesna ind til

Hemnes, Korgen, Mo og Dunderlandsdalen (A. Blytt). Sterile eksemplarer, der ofte er iagttaget i torvgraver og smaavand, tilhører rimeligvis denne art.

S. minimum Fr. Vandbredder. Sjeldnere end foreg. og vistnok kun i de ytre og lavere trakter. Blomsø ved Alstahaug. Tjøtta: Storvandet. N. Herø. Nær Sjonbotnet i Sjona. Ei anført hos A. Blytt.

Potamogetonaceae.

Zostera marina L. I saltvand. Ved øene og i de ydre trakter (ofte som f. *angustifolia* Hornem.).

Potamogeton natans L. Vand, især ute paa øene, hvor enkelte smaajtjern kan være ganske dækket av den.

P. alpinus Balb. Smaavand og torvgraver. Neppe sj. ute paa øene. Dønna: Einviken nær Aakvik, Stavsengvand, Storvand. Tjøtta. Vandved, Aasvær. Sanna i Trænen. Leirfjorden: Leland. Vefsen: mellem Molremmen og Hagfors, Mokjøn og Klubvand. Korgen (A. Blytt).

P. gramineus L. Smaavand, vistnok sj. Vefsen: Fustvand, Blankkjøn nær Fokstad. Hatfjelddalen: Nellifjeld. Mo: færgestedet ved Dunderland. Rufsvold (A. Blytt).

P. nitens Web. Tjøtta: Storvandet (A. Landmark), Korgen (? A. Blytt).

P. perfoliatus L. Dønna: Stavsengvand. Vefsen: Bjørnaaen henimot Moaasen. Ei anført hos A. Blytt.

P. praelongus Wulf. Hatfjelddalen: Brakfjeldkjøn paa Røsvandets østside henimot riksgrensens. Alsten (M. N. Blytt iflg. Heltzen; usandsynlig angivelse).

P. pusillus L. Korgen (A. Blytt, Bidrag til Karplanternes Udbredelse, Kr.ia Vidsk.selsk. skr. 1892).

P. filiformis Pers. I smaavand og torvmyrer, undertiden i brakvand, især alm. ute paa øene. Vefsen: Mokjøn og Blankkjøn nær Fokstad. Korgen (A. Blytt). Ranen (M. N. Blytt); v. *alpinus* Bl. Hatfjelddalen: Nellifjeld; Susendalen (Thomle) f. eks. i et tjern ml. Nerli og Pantdalsli.

P. pectinatus L. Alsten og Ranen (M. N. Blytt).

Ruppia rostellata Koch. Risøen i Aasvær. Nesna og Prestenget ved Hemnes (A. Blytt). I brakvand.

Zanichellia polycarpa Nolte. Prestenget ved Hemnes og Røsaasens utløp i Korgen (A. Blytt). Kulstadbunden i Vefsen (A. Landmark).

Juncaginaceae.

Scheuchzeria palustris L. Sumpige steder. Sjona: hemimot Helgaavand. Korgen: ved Aven paa bredden av Røsaen i dyndet. Hatfjeld-

dalen: ved Breivik paa Røsvasholmen ved smaatjern. Mo: Strandjordet og Bjellaanes i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

Triglochin maritima L. Fugtige strandkanter.

T. palustris L. Myr, alm. i de lavere trakter.

Gramineae.

Phalaris arundinacea L. Fugtige steder, saasom ved bækker, under berghammere og paa strandkanter, op i birkebeltet, teml. alm.

Anthoxanthum odoratum L. Enger og fjeldlier, alm. til snegrænsen.

Hierochloa odorata (L.) Wg. Fugtige enger, fra søen op til birkegrænsen, teml. alm. paa øene. Vefsen og Hatfjelddalen hist og her paa myrene. Mo alm. (A. Blytt). Lerskardalen i Korgen (A. Blytt).

Milium effusum L. Skog- og fjeldlier, alm. til birkegrænsen.

Nardus stricta L. Udyrkede steder, alm. til op i lavbeltet.

Alopecurus pratensis L. Fiplingkroken i Øvre Vefsen (380 m. o. h.) paa dyrket eng. Lurø (M. N. Blytt, Norg. Fl.).

A. geniculatus L. Sumpige steder, alm. i de laveste egner.

A. fulvus Sm. Vandbredder, især tilfjelds. Dog ogsaa av og til nede i granbeltet, f. eks. ved Røsvand nær Sjaavik, i Korgen og Dunderlandsdalen (A. Blytt).

Phleum pratense L. Alsten og Lurø (M. N. Blytt) og Ranen paa engene (Heltzen). Mo. nede ved søen (A. Blytt). Maaske kun paa dyrket eng eller tilfældig.

P. alpinum L. Engbakker og sætervolder, alm. i fjeldtraktene, sj. paa øene, men i de indre trakter ofte fra granbeltet av og over vidjegrænsen.

Agrostis vulgaris With. Litt fugtige enger og bakker, alm. til op i birkebeltet.

A. stolonifera L. Strandkanter, alm.

A. canina L. Fugtige enger, især i de lavere trakter, ei alm.

A. borealis Hn. Noget fugtige steder i fjeldtraktene, alm., i fjelddalene ofte nede i granbeltet, stiger op til snegrænsen.

Calamagrostis chalybaea (Læst.) Fr. Hatfjelddalen teml. alm. i granskogene, saaledes henimot Valmaasen, flersteds langs Unkervand og indover Skarmodalen like til Vefsenrøsen, Susendalen flersteds indover til Ørjedalen, ved Røsvand hist og her, f. eks. nær Sjaavik, Tustervand og under Olfjeldkleppen. Utbreder sig fra Tustervand nedover til Korgen, hvor den er alm. i granskogene saavel i hoveddalføret som indover sidedalene (i Lerskardalen til foten av Tverfjeld ifølge A. Blytt, der opdaget den i Korgen som ny for landet). I Vefsen fandtes den ved Skjerva nær den elektriske kraftstation i faa eksemplarer med *C. purpurea*.

C. neglecta (Ehrh.) P. B. Fugtige enger og strandkanter, teml. alm. saavel ute paa øene som i de indre trakter, op over birkegrænsen.

C. purpurea Trin. Krat og elvebredder, teml. alm. saavel paa øene som i de indre trakter. Op over birkegrænsen, men da oftest steril.

C. Epigeios Roth. Krat og urer i de lavere trakter, ei alm., oftest paa kalk.

Avena pubescens L. Tørre bakker i de lavere trakter, oftest paa kalk og sandbund, især alm. ute paa øene, men ogsaa av og til i de indre trakter, saasom i Meisfjorden, under Dolstadaasen og ved Store Bjørnaavand i Vefsen samt ved Nesna (A. Blytt).

A. pratensis L. Alsten (M. N. Blytt, paa engene ved Alstahaug iflg. Heltzen). Tenna paa tør bakke med foreg.

A. elatior L. Strandkanter, alm. især paa øene.

Holcus lanatus L. Strandkanter. Lurosundet. Røso i Trænen (J. M. Norman).

Trisetum spicatum (L.) Richt. Alsten (M. N. Blytt). Tilfelds ei sj., især paa skifer og kalk, op i lavbeltet. Undertiden nede i fjelddalene, f. eks. paa kalken ved Kløyjemo i Vefsen og ved Sjaavik ved Røsvandet samt ved foten av Tverfjeld i Lerskardalen (A. Blytt).

Aira caespitosa L. Enger og lier, alm. til birkegrænsen, ofte som v. *pallida* Koch.

A. alpina L. Fugtige grusede steder, alm. især i vidje- og lavbeltet paa fjeldene fra øene (f. eks. Breitind paa Alsten, Aldertind paa Alderen, Dønmanden paa Dønna, Handneso, A. Blytt) til de inderste fjeldtrakter.

A. flexuosa L. Tørre enger og bakker, alm., som v. *montana* (L.) Parl. paa fjeldene.

A. atropurpurea Wg. (= *Vahlodea a.*). Fjeldtrakter paa myrer og i krat ved elvebredder, teml. alm.; v. *pallida* A. Blytt: birkeliene paa Nasa (A. Bl.). Fra den øvre del av birkebeltet op i lavbeltet.

Triodia decumbens (L.) P. B. S. Herø. Slapø. Blandt lyng og ener. Nordgrænse.

Phragmites communis Trin. Vandbredder og myrer, ei alm. Altervand paa Dønna, rikelig blomstrende, ellers oftest steril.

Molinia coerulea (L.) Moench. Myr og sumpenger alm., fra søen op i lavbeltet.

Melica nutans L. Krat og skogenger, fra søen til birkegrænsen.

Dactylis glomerata L. Krat og tørre enger i de lavere trakter, alm.

Poa remota Forsell (= *P. hybrida* Gaud.). Fugtige skoger i gran- og birkebeltet. Vefsen: Skjervadalen under Moaasen. Hatfjeldsdalen: ved veien til Valmaasen, mellem Trondhjem og Bjørknesset ved Unkervand, liene

ovenfor Kvalpskarino i Susendalen. Ranen: ved Hemnes prestegaard (M. N. Blytt i Norg. Fl.); under Mofjeld og ved Krokstrand (A. Blytt), Korgen: i skogen ved Røsaen og under Bryggefjeld (A. Blytt).

P. pratensis L. Enger og græsbakker, alm., op over birkegrænsen.

P. trivialis L. Litt fugtige steder, især ved veier og bopladser i de lavere trakter, teml. alm. baade paa øene og fastlandet.

P. nemoralis L. Tørre skoger og krat, alm. til over birkegrænsen. Av dens former kan især nævnes v. *micrantha* Hn. i lavere og v. *glaucantha* Rchb. i de høiere trakter.

P. glauca M. Vahl. Klipper, urer og blandt lav paa fjeldvidden, alm. under flere former fra havet op i lavbeltet.

P. alpina L. Tørre bakker og berg, alm. til over birkegrænsen. Ofte paa kalk. f. *vivipara* L., tilfjelds alm. til snegrænsen.

P. laxa Hænke. Øverst paa fjeldene fra vidjebeltet til snegrænsen, f. eks. Borgefjeld i Fiplingdalen, Krutfjeld, Jørendtind og Hjartfjeld ved Røsvand, Arefjeld og Rotfjeld i Skarmodalen, Nelligfjeld og Sletfjeld i Susendalen; Burfjeld, Storfjeld, Storstind og Brunstadtind syd for Svartisen, Maaltind i Bjerkadalen samt paa fjeldene i Lerskardalen (A. Blytt).

P. annua L. Ved beboede steder, veier etc., alm. til over birkegrænsen.

Glyceria fluitans (L.) R. Br. Dønna: i grøfter mellem Dønnes og Altervand. Nordgrænse.

Atropis maritima (Huds.) Griseb. Strandkanter, alm. Paa oversvømmede lerede steder forekommer flersteds (f. eks. Hero, Sjonbotnet) en form, der særlig ved sine stoloner habituelt minder meget om f. *reptans* (Hn.) = *vilfoidea* Th. Fr.), men er, likesom former fra Tromsø amt, at henhøre til f. *arenaria* Fr.; f. *reptans* forekommer hos os neppe utenfor Finmarken (se K. JOHANSSON i Svensk bot. Tidskr. 1910).

A. distans (L.) Griseb. Strandkanter, vistnok teml. sj., f. eks. Tjøtta (Landmark).

Catabrosa aquatica (L.) P. B. Fugtige steder, især nær soen, alm. ute paa øene, sjeldnere i fjordtraktene, f. eks. Sjona, ved Mosjøen samt ved Mo og Hemnes (A. Blytt). I indlandet kun set inde i Vefsen, men der flersteds, f. eks. mellem Bjørnaalien og Lille Bjørnaavand samt ved Klubvand nær Fokstad.

C. algida (Soland.) Fr. Tilfjelds, i dyndet ved den smeltende sne, ei sj. Borgefjeld mellem Vefsen og Hatfjelddalen (teml. alm.). Hatfjelddalen: Hatten, Gryttinden, Store Buksefjeld, Krutvandsfjeldene; Grandkonefjeld og Jørendtind ved Røsvand; Rotfjeld og Arefjeld i Skarmodalen. Mo: Burfjeld under Svartisen, Østre Mofjeld nær Umbugten fjeldstue;

alm. paa fjeldene i Dunderlandsdalen (paa Andfjeld ned til birkegrænsen, A. Blytt). Korgen: Maaltind i Bjerkadalen, alm. paa fjeldene i Lerskardalen (A. Blytt).

Festuca ovina L. Tørre bakker og berg, alm. fra soen op i lavbeltet; flere former, paa øene og tilfjelds hyppigst f. *vivipara* L.

F. rubra L. Tørre bakker og krat samt paa strandkanter, alm., op i vidjebeltet, i flere former; ofte som v. *arenaria* (Osby) Fr. paa sandgrund.

F. elatior L. Enger, sj., f. eks. Alsten (M. N. Blytt), Donna ved Donnes, Tomma (A. Blytt). I skyggefuld skog under Dolstadaasen i Vefsen.

Briza media L. Tør bakke paa Skaalvær nær husene.

Bromus arvensis L. Ved Hagen paa Lurø, ét eksemplar.

B. inermis Legss. Mo: Guldsmedviken ved jernbanelinjen, oprindeligt saaet.

Triticum repens L. Ved beboede steder og paa strandkanter i de lavere trakter, alm.

T. violaceum Hornem. I urer og lier paa skifer eller kalk, ei sj. Donna: Nordviken i birkeliene. Alderen (mot Aldersundet; hoi, grønlig form). Vefsen: ved Store Bjørnaavand og Ravatnet. Hatfjelddalen: Nelli-fjeld og Jetnehaken; Varnfjeld og Olfjeldkleppen ved Røsvandet. Lurø: Aas-aasen og Klubben mot Aldersund samt ved Vasvatnet. Mo: Hammernesflaagene ved Langvatnet, Selforsfjeld (i granbeltet) samt paa Ørtfjeld og Dugurmaalshaugen i Dunderlandsdalen i vidjebeltet (A. Blytt). Østre Mo-fjeld nær Umbugten fjeldstue. Korgen: Maaltind i Bjerkadalen over birkegrænsen samt paa Tverfjeld i Lerskardalen fra dalbunden op til over birkegrænsen (A. Blytt).

T. caninum L. Krat og urer, hist og her, til op i birkebeltet.

Elymus arenarius L. Strandkanter, alm.

Lolium remotum Schrank. Ranen (M. N. Blytt).

L. perenne L. Ranen: paa hvilende marker (Heltzen). Donna: Donnes (tilfældig).

Cyperaceae.

Carex dioica L. Myr, teml. alm. saavel paa øene som paa fastlandet, fra de lavere trakter op i birkebeltet.

f. *isogyna* Fr. Mokjøn nær Mosjoen.

**parallela* (Læst.) Sommerf. Mo: Bjellaanesfjeld fra birkeregionens øvre del op i vidjebeltet. Korgen: Tverfjeld i Lerskardalen ved birkegrænsen.

C. pulicaris L. Torvgrund, ei alm. i de lavere trakter. S. Herø. Tjøtta. Offerso. Donna: Hæstad, Aakvik, Storvandet og ellers fleresteds. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Sandnessjøen og Botnen. Tomma. Hugla og Handnesø (A. Blytt). Lurø: Lurøundet. Sjona. Nesna og Hemnesberg (A. Blytt).

C. capitata L. Helst paa fugtig grund. Øvre Vefsen: myrene mellem Hallingen og Lille Fiplingdal (i granbeltet). Hatfjelddalen: under Skindfjeld op for Kvalpskarmo (i birkebeltet). Mo: i vidjeregionen paa skifersfjeldene i Dunderlandsdalen og paa Nasa over vidjegrænsen (A. Blytt). Øverst paa Pantdalsfjeld i Susendalen blandt *Dryas*.

C. pauciflora Lightf. Myr, alm., op i birkebeltet.

C. microglochin Ehrh. Paa fugtig skifergrus. Vefsen: Knæene under Brurskanken over birkegrænsen. Mo: Rødfjeld i Bjellaadalen i vidjebeltet (A. Blytt). Korgen: Lerskardalen fra dalbunden op til litt over birkegrænsen paa Tverfjeld og Skarhogen (A. Blytt).

C. rupestris All. Karakterplante for kalken og skiferen saavel paa øene, hvor den gaar ned til stranden, som paa fastlandet, op i lavbeltet.

C. chordorrhiza Ehrh. Myr og vandbredder, teml. alm. fra søen til litt over birkegrænsen.

C. incurva Lightf. Alm. paa strandkantene, især ute ved havet. Ved Skjerva under Moaasen i Vefsen ca. 2 km. fra søen. I Mo til flere hundrede fot over havet (A. Blytt).

**Deinbolliana* (Gay) (= *C. dioica* \times *C. incurva*). Strandkanter. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. nær Stamnes. Osstranden paa Tomma og Vikholmen (A. Blytt). Indre Kvarø.

C. microstachya Ehrh. (*C. dioica* \times *canescens*). Rokslie ved Hemnes over grangrænsen (f. *humilis*, M. N. Blytt). Mo: Vesteraali og ved elven under Andfjeld (iflg. A. Blytt).

C. helvola Bl. (*C. canescens* \times *C. lagopina*). Dunderlandsdalen i Mo og Lerskardalen i Korgen fleresteds, især i vidjebeltet (A. Blytt).

C. pseudohelvola Kihlm.? (*C. canescens* \times *C. norvegica*). Vandved paa stranden med *C. norvegica*.

Carex muricata L. Urer. Vefsen: under Dolstadaasen. Donna: Dønnesfjeld. Lurø: lien op for Lurø gaard. Nordgrænse.

C. diandra Schrank. Myr og ved smaavand, ei sj. Tjøtta. Donna. Vefsen: nær Mosjøen og ellers ei sjelden ved smaavandene. Hatfjelddalen: Susendalen (Thomle), f. eks. ved et tjern mellem Nerli og Pantdalsli.

C. paradoxa Willd. Som foreg. Tjøtta. Donna: ved Aakvik (L. Strømme). S. Herø: Færø. Hugla og Stormyren paa Tomma (A. Blytt). Øen Hvidbergkoen (S. Chr. Sommerfelt in herb.).

C. lagopina Wg. Fugtige steder paa fjeldene, alm. fra det overste av birkebeltet op til snegrænsen. Ogsaa ute paa øene, som f. eks. Breitind paa Alsten, Donmanden, Aldertind, Hugla (A. Blytt).

C. norvegica Willd. Sumpige strandkanter, ei sj. Donna: ved Aakvik og Einvik. Vandved. Tomma. Aasvær. Dørvær. Sjona. Ved Nesna og Hemnes (A. Blytt).

C. glareosa Wg. Fugtig strandgrus. Offersø. Tjøtta. Donna med foreg. Lurø: ved Lurøundet. Øene utenfor Ranenfjorden og ved Nesna (A. Bl.). Ved Mosjøen.

C. leporina L. Fugtige steder, alm. i de lavere trakter.

C. macloviana D'Urv. (*C. festiva* Dew.). Nævermohei i Dunderlandsdalen paa engene ved elven (A. Blytt).

C. stellulata Good. Myr, alm., op i birkebeltet.

C. elongata L. Fugtige steder i skogen under Nellifjeld i Hatfjeldalen. Nordgrænse.

C. canescens L. Fugtige steder, alm. næsten til birkegrænsen.

C. brunnescens (Pers.) Poir. (*C. Personii* Sieb., *C. alpicola* Wg.). Græs-bunden, ofte litt fugtig grund, alm. især i fjeldtraktene, til op i vidjebeltet.

C. loliacea L. Fugtige, skyggefulde steder i gran- og birkeskogene, ei sj. i de indre trakter, saasom i Vefsen og Hatfjeldalen. Lerskardalen i Korgen samt ved Mo og i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

C. rufina Dr. Øverst paa fjeldene, helst i dyndet nær bræene: Borgefjeld fleresteds, men litet utviklet. Hatfjeldalen: Hatten, Krutvasrøddiken, Rotfjeld. Ø. Mofjeld nær Umbugten. Burfjeld s. for Svartisen. Skarhogen i Lerskardalen (A. Blytt).

C. Buxbaumii Wg. Myr og fugtige lier, især alm. i birke- og vidjebeltet i de indre fjeldtrakter som v. *alpicola* Hartm.

C. atrata L. Fugtige lier og urer, alm. i birke- og vidjebeltet, men ofte ogsaa ned til havflaten ute paa øene. Fleresteds er fundet former, der nærmer sig **rectiuscula* Hartm.

C. alpina Sw. Fugtige steder, teml. alm. til og undertiden over birkegrænsen.

C. maritima Müll. Fugtige strandkanter. Alsten. Tjøtta. Offersø. Handnesø (A. Blytt). Korgen: mellom Breiviken og Fineidet. Nesna og ved Hemnes (A. Blytt).

C. satina Wg. Fugtige strandkanter, teml. alm., under flere former, tilhørende saavel formkredsen **subspathacea* (Wormskj.) som *cuspidata* Wg. Av den første er særlig f. *curvata* Dr. hyppig paa overskyllede strandkanter, f. *stricta* paa Alsten og i Ranen (A. Blytt), av den anden særlig v. *borealis* Almqu., sjeldnere v. *Kattegatensis* (Fr.) Almqu. (v. *hamatolepis*

M. N. Blytt), en form *pseudofilipendula* Kükenth. (v. *filipendula* M. N. Blytt) ved Nesna (Arnell og A. Blytt). Ogsaa former, der maaske er at opfatte som hybrider med *C. Goodenoughii* og *C. maritima*, forekommer.

C. aquatilis Wg. Hatfjelddalen (Fridtz), f. eks. Spjeltfjelddalen paa Okstindenes østside i mængde. Mo: Stormdalen og Krokstrand ved elven (A. Blytt).

C. Goodenoughii J. Gay. Myr og vandbredder, alm. til birkegrænsen; **juncella* (Fr.) Asch. & Gr. teml. alm. paa myrene.

C. rigida Good. Tørre steder, fra birke- til op i lavbeltet. Paa Dønna ned til soen (A. Bl.). Som v. *inferalpina* (Læst.) Fr. (= *C. hyperborea* Dr.) i birkeliene hist og her.

C. gracilis Curt. f. *tricostata* (Fr.) Asch. & Græbn. (iflg. A. Bl.). Vefsen (Thomle).

C. pilulifera L. Paa torvbund, især i granskog og blandt ener og lyng, alm., op i vidjebeltet.

C. flava L. Fugtige steder, teml. alm. til birkegrænsen; **lepidocarpa* (Tausch), vistnok sj. Leland i Leirfjorden.

C. Oederi (Ehrh.) Hoffm. Fugtige steder, teml. alm., oftest paa strandkantene.

C. Hornschuchiana Hoppe. Fugtige steder i de laveste trakter, teml. alm. ute paa øene samt undertiden i de ytre fjordtrakter, f. eks. i Leirfjorden. Som **fulva* (Good.) (rimeligvis især = *C. Hornschuchiana* \times *C. Oederi*) flersteds paa øene, saaledes ved Sandnessjøen og i Søvikskaret paa Alsten, Hæstad og Skagalandet paa Dønna, N. Herø, Onøen, øene utenfor Ranen-fjorden (A. Blytt). En form fra Løkta, samlet av Arnell og A. Blytt, antar A. Palmgren for at være *C. Hornschuchiana* \times *C. flava* **lepidocarpa*.

C. sparsiflora (Wg.) Steud. (*C. vaginata* Tausch). Fugtige steder, alm. til op i lavbeltet.

C. panicea L. Som foreg., til op i birkebeltet.

C. livida (Wg.) Willd. Myr. Dønna: ved Storvandet og Valaviken nær Dønnes. Vandved.

C. pallescens L. Skog og krat, alm. til op i birkebeltet.

C. limosa L. Fugtige steder, teml. alm., op til birkegrænsen; oppe paa Nellifjeldet i Hatfjelddalen 674 m. o. h.

C. magellanica Lam. (*C. irrigua* Sm.). Som foreg., men almindeligere.

C. rariflora (Wg.) Sm. Fugtige steder, hist og her i fjeldtraktene. Vefsen: Storveiskardalen og ved Nordli i Fiplingdalen, i mængde paa myrene mellem Tustervand og Heringbotnet og derfra til Kalvmoneset. Sjona: myrene henimot Helgaavand. Korgen: Grøndalen henimot Bleik-

vand. Mo: Bjellaanesfjeld, Burek paa Nasa, Grønfjeld, elvbredde ved Krokstrand (A. Bl.).

C. atrifusca Schk. (= *C. ustulata* Wg.). Fugtige klipper og fjeldmyrer. Paa kalk og skifer, ei sj. i de indre trakter. Donna ned til søen (A. Blytt). Vefsen: Smaatjerndalen mellem Fiplingdalen og Kapfjeld. Hatfjelddalen: Nellifjeld, Laupskarfjeld (Fridtz), Valmaasen, Amirfjeld og Arefjeld i Skarmodalen, alm. paa fjeldene paa Susendalens østside, hvor den ved Svensk-vold gaar ned i dalen, Akslen og Grandkonefjeld nær Tustervand, Ørefjeld paa Røsvandets vestside, alm. paa fjeldene paa Røsvandets østside fra Spjeltfelddalen til Krutvand. Ved Nesna (A. Blytt) og under Fransvikfjeldet i Sjona. Mo: Hammernesflaagene og mellem Fiskkjønmoen og Glaamvand; Ø. Mofjeld og Klubben nær Umbugten fjeldstue. Dunderlandsdalen like ind til riksgrænsen (A. Blytt). Korgen: Maaltind, Rundtind; Lerskardalen ind over til Tverfjeld (A. Blytt).

C. capillaris L. Fugtige steder, alm., fra søen op i lavbæltet, især paa skifer.

C. pedata Wg. I vidje- og lavbæltet, ei sj. paa skifer og kalk. Handnesø (A. Blytt). Vefsen: Grønfjeld mellem Stavas- og Svenningdalen. Kveldtuva mellem Mosjøen og Elsfjorden. Hatfjelddalen: fjeldene paa østsiden av Susendalen i mængde, alm. paa fjeldene paa Røsvandets østside indtil Krutvand, Raumaalingen mellem Tustervand og Heringbotnet. Korgen: Anders Larsafjeld, Rundtind, Maaltind. Nesna: Nesnafjeld og Ørnefjeld (A. Blytt), Stornibba i Sjona. Mo: Burfjeld og Rundtind nær Svartisen, fjeldene i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

C. ornithopus Willd. Paa skifer og kalk, teml. alm. ute paa øene; i Vefsen indover til Kløvjemo. Mo: alm. paa kalken nord for Langvandet, Dunderlandsdalen (ovenfor Dunderland til — og paa Bjellaanesfjeld over — birkegrænsen, A. Blytt). I gran- og birkebæltet.

C. digitata L. Som foregaaende, men langt sjeldnere. Alsten: Søvikskaret. Donna: Aakvik, Kammene ved Nordviken. Øene utenfor Ranenfjorden (A. Blytt). Vefsen: Dolstadaasen, ved Bjørnaavand og indover til Fellingfors. Mo: Dunderlandsdalen (A. Blytt).

C. lasiocarpa Ehrh. Myr og vandbredder, teml. alm., fra øene ind i Susendalen, Røsvandstraktene og Dunderlandsdalen (A. Blytt).

C. glauca Scop. Ei sj. ute paa øene, oftest nær stranden, saasom paa Tjøtta, N. Herø, Alsten, Donna, Tomma og ellers paa øene utenfor Ranenfjorden (A. Blytt), Lurø, Selvær. Ofte paa kalk.

C. rostrata With. Myr og vandbredder, alm. i gran- og birkebæltet.

C. rotundata Wg. Hatfjelddalen hist og her, saaledes fleresteds i Susendalen, nær Hatten, fjeldpartier ved Røsvand og Tustervand samt indover Spjeltfjelddalen.

C. vesicaria L. Myr og vandbredder. Ei seet paa øene og i de ytre deler av fastlandet. Vefsen: mellem Lille Fiplingdal og Fiplingkroken. Hatfjelddalen: Fiskløsvand nær Røsvandets sydende og Røsvasholmen. Korgen og Mo fleresteds til op i birkebeltet. Som v. *alpigena* Fr. fleresteds i fjeldtraktene: Fiplingkroken inderst i Vefsen. Hatfjelddalen: under Krutfjeld og Aksla ved Røsvand, Store Buksfjeld og Rauvatn nær grænsen. Ortfjeld i Dunderlandsdalen (A. Blytt). Som f. *brachystachya* Bl. Tverfjeld i Lerskardalen.

C. saxatilis L. (*C. pulla* Good.). Tilfjelds paa fugtige steder, alm. i Vefsen, Hatfjelddalen, Korgen og Mo.

Cobresia Bellardii All. Grusede fjeldvidder ei sj. paa skifer og kalk i de indre trakter. Hatfjelddalen: Sommerfjeld og Pantdalsfjeld i Susendalen, Unkervandsfjeldene henimot Rotfjeld, Amirfjeld og Arefjeld i Skarmodalen; fjeldene paa Røsvandets østside (Krutfjeld ovenfor Krutnes, Krutfjeldtind op for Sordalen, Varnfjeld og Hjartfjeld). Korgen: Maaltind i Bjerkadalen; Lerskardalen paa Dugurmaalshaugen, Skarhogen og Tverfjeld (A. Blytt); Slegda og Anders Larsafjeld. Mo: Klubben nær Umbugten og Rødfjeld; Dunderlandsdalen paa Bredikfjeld og Bjellaanesfjeld. Sjeldnere i de ytre trakter: Klubben ved Aldersund og Rismaalstindene paa overgangen fra Bratland til Sørfjorden i Melfjorden. Ornefjeld og Nesnafjeld ved Nesna og paa Handnesø (A. Blytt).

Scirpus paluster L. Myr og vandbredder, teml. alm. i de laveste egne.

S. uniglumis Link. Strandkanter, alm.

S. acicularis L. Korgen (A. Blytt).

S. pauciflorus Lightf. Sumpige steder, ei alm. i de lavere egne.

S. caespitosus L. Myr og torvgrund, alm., op i vidjebeltet.

S. rufus (Huds.) Schrad. Fugtige strandkanter, alm.

Eriophorum alpinum L. Myr, alm. til op i birkebeltet.

E. vaginatum L. Myr, alm., op i vidjebeltet.

E. Scheuchzeri Hoppe. Myr, alm. i fjeldegnene fra birkebeltets øvre del til snegrænsen.

E. callithrix Cham. Indre Vefsen og Hatfjelddalen (iflg. Aug. Heintze). Mo: Krokstrand i fugtige ller nede i dalen (A. Blytt).

E. angustifolium Roth. Myr, alm. op i vidjebeltet. (Myrkoll, Ranen, iflg. Heltzen).

E. latifolium Hoppe. Myr, ei sj. fra øene indover til Røsvand og Andfjeld i Dunderlandsdalen (A. Blytt), i granbeltet.

Lemnaceae.

Lemna minor L. I vand sj. Tjøtta, i blomst (A. Landmark). Alsten (M. N. Blytt). Donna: Einviken, Altervand nær Donnes.

Juncaceae.

Juncus conglomeratus L. Sumpige steder. Øene. Vefsen. Nesna (A. Blytt).

J. balticus Willd. Paa sandbund, helst nær stranden, teml. alm. paa øene. Nesna (A. Blytt).

J. arcticus Willd. Paa sandbund, helst ved elvbredder eller grøftekanter. Hatfjelddalen: Susendalen (Thomle), f. eks. under Sommerveiskaret (Stav), langs veien mellem Ivarrud og Svenskvold. Spjeltfjelddalen paa østsiden av Okstindene. Mo: ved Store Akersvatn nær Umbugten fjeldstue.

J. filiformis L. Fugtige steder, alm., fra stranden op over birkegrænsen.

J. castaneus Sm. Fugtige steder. Alsten (M. N. Blytt). Ei sj. i birke- og vidjebeltet i de indre fjeldegne. Øvre Vefsen (Thomle), f. eks. ved Fiplingkroken og under Kapfjeld. Hatfjelddalen: Hatten (Fridtz), mellem Valmaasen og Unkervand, Trondhjem ved Unkervand, Nelli-fjeld; Susendalen (Thomle), f. eks. Sletfjeld; flersteds ved Røsvandet, f. eks. Ørefjeld; under Akslen ved Tustervand, under Varnfjeld, Akfjeld og Store Buksfjeld øst for Røsvandet. Korgen: mellem Smalsundmoen og Enget nær Bleikvand, fjeldene i Lerskardalen indover til Tverfjeld, hvor den gaar ned til dalbunden (A. Blytt).

J. biglumis L. Fugtige steder, især i vidje- og lavbeltet, sjeldnere ute paa øene, hvor den paa Alsten iflg. M. N. Blytt gaar like ned til søen; ofte ved bræene, f. eks. paa Børgfjeld, paa Røsvandsfjeldene og under Svartisen.

J. triglumis L. Fugtige grusede steder, saavel i lavlandet hist og her som hyppig i birke- og vidjebeltet.

J. trifidus L. Tørre grusede steder, alm. i fjeldtraktene op til snegrænsen, gaar undertiden ogsaa ned i lavlandet.

J. lamprocarpus Ehrh. Fugtige steder, alm. til op i birkebeltet.

J. alpinus Vill. Fugtige steder, teml. alm. til op i birkebeltet.

J. supinus Moench. Fugtige steder, som ved smaavand og torvgraver især ute paa øene, men ei alm., f. eks. Alsten (M. N. Blytt), Donna, oer i Trænen og Aasvær. Korgen og Dunderlandsdalen i Ranen (A. Blytt).

J. squarrosus L. Lyngmark. Lurø: Lurøundet.

J. compressus Jacq. **Gerardi* Lois. Strandkanter, alm. fra øene indover til Sjonbotnet, Hemnes og Mosjøen.

J. buffonius L. Sumpige steder, ved veier og gaardspladser, alm. til op i birkebeltet.

Luzula pilosa (L.) Willd. Skog, alm. til op i birkebeltet.

L. parviflora (Ehrh.) Desv. Alsten og Lerskardalen (M. N. Blytt). Mangler i hans herb. (iflg. A. Blytt) og rimeligvis forvekslet med følg.

L. Wahlenbergii Rupr. Fugtige steder fra det øverste av birkebeltet op i lavbeltet, teml. alm. Alsten: Breitind. Alderen: Aldertind. Hugla (A. Blytt). Vastind mod Aldersundet. Mangesteds paa fjeldene i Øvre Vefsen (f. eks. Børgsfjeld, Kapfjeld), Hatfjelddalen, i Mo (saavel indover Dunderlandsdalen som mot Umbugten) samt i Korgen.

Luzula campestris (L.) DC. med **multiflora* Hoffm. Skog og myr, alm. op i birkebeltet (der oftest som v. *sudetica* Willd.).

L. arcuata (Wg.) Sw. med v. *confusa* (Lindb.) Kjellm. Grusede steder i vidje- og lavbeltet. Breitind paa Alsten. Teml. alm. paa fjeldene i Aldersundet, Sjona, Hestnesfjeldet i Hemnes (M. N. Blytt iflg. Heltzen), i Øvre Vefsen, Hatfjelddalen, Mo (saavel indover mot Svartisen og i Dunderlandsdalen (A. Blytt) som mot Umbugten) og Korgen.

L. spicata (L.) DC. Grusede steder, alm., fra søen op i lavbeltet.

Liliaceae.

Narthecium ossifragum (L.) Huds. Fugtig torvgrund, alm. paa øene (især utenfor kalkfeltene). Gaar indover til Røsvand, Susendalen, Svartisen (Svartisvand) og Hemnes (A. Blytt). Op i birkebeltet.

Tofieldia palustris Huds. Fugtige steder, alm., op over vidjegrænsen.

Gagea lutea (L.) Ker-Gawler. Skyggefulde steder. Dønna: Aakvik (frk. Andrea Bech-Hanssen) og Dønnes (frk. Valborg Baumann). Skaalvær (frk. Signe Wiig). Ved Mosjøen (W. Magelssen). Overalt ganske bortvisnet før min ankomst.

Allium oleraceum L. Torre berg og blandt krat, kun i de laveste egne. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Søvik. S. Herø. Skaalvær. Sauøen ved Husvær. Dønna (f. eks. Aakvik, Solfjeld, Dønnes). Ytre Øksningen. Lurø. Trænen (Husø, Sanna samt i mængde paa Liggholmen og Skarvø, J. M. Norman). Finkona og Vikholmen (A. Blytt). Tomma (Heltzen). Børresteini og Brendberget ved Hemnes (A. Blytt); Dilkestad i Utskarpen (Heltzen). Under Dolstadaasen i Vefsen.

Paris quadrifolia L. Skog i de lavere trakter, hist og her fra øene indover til Hatfjelddalen (Fridtz), Svartisen, Dunderlandsdalen og Lerskardalen (A. Blytt). Benævnes almindelig Troldbær.

Convallaria majalis L. Skog og krat paa øene. Vefsen ei sj. og mangesteds i mængde paa kalkfeltene indover til Kløvjemo. Hammernesflaagene i Mo. Op i birkebeltet.

Polygonatum verticillatum (L.) All. Skog og fjeldlier til op over birkegrænsen, alm. baade paa øene og paa fastlandet (Zinkelrod, Ranen iflg. Heltzen).

Majanthemum bifolium (L.) Schm. Skog. Vefsen: alm. ved Mosjøen (saavel i granskogene som under Øifjeld og i Dolstadaasen) og spredt indover dalføret til Hatfjelddalen (Fridtz). Ved Hemnes og i Mo i granbeltet (A. Blytt). Allerede angit for Hemnes prestegaard av Heltzen, der ogsaa angir den for øene blandt krattet.

Orchidaceae.

Orchis masculus L. Tørre berg paa kalk, især i de ytre trakter, ei sj.: Trolandet, Bærø, Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Sandnessjøen, paa Høiaasen, ved Skjeggnes, i Soviskaret og ved Skei. N. og S. Herø. Dønna: ved Aakvik, Gulstad, under Dønnesfjeld, ved Nordøvaagen samt i Berfjorden (A. Blytt), Lokta: mellem Kobberdal og Sandaaker (Heltzen, A. Blytt). N. Solvær. Meisfjorden: Krokvik. Vefsen: Moaasen, Dolstadaasen.

Orchis incarnatus L. Især paa fugtige strandkanter og der vistnok overalt som **cruentus* Fr. Tjøtta. Alsten: Høiaasen nær Sandnessjøen, mellem Alstahaug og Skei. Østbø. Tenna. N. Herø. S. Herø. Dønna: Sandstraak. Tomma og ellers fleresteds paa øene utenfor Ranenfjorden samt ved Nesna (Heltzen, A. Blytt). Dørvær. Sjeldnere paa myr og ved smaavand fjernt fra stranden, f. eks. i Hæstadmarken paa Dønna, mellem Varnvand og Favnvand i Hatfjelddalen. Optræder saavel med mørkviolette som med lyst kjødrøde blomster og dels med plettede, dels med uplettede blade. Det indsamlede materiale synes at tilhøre f. *lanceatus* og f. *subellipticus* Neum. eller mellemformer mellem disse. Eksemplarer fra Sjaavik ved Røsvand henfører Neuman til **pseudocordiger* Neum. (= *cordiger* Fr.).

Orchis maculatus L. Myr alm., op i vidjebeltet. (Kjærlighetsgræs, Maria kujure, Adam og Eva).

Gymnadenia conopsea (L.) R. Br. Paa kalk og skifer, oftest paa litt fugtig grund. Paa øene f. eks. Alsten og Dønna mangesteds, øene utenfor Ranenfjorden (Heltzen, A. Blytt). Onøen. Vefsen: mangesteds indover til Ravatnet. Leines i Meisfjorden. Hatfjelddalen: Hatten og især paa fjeldene paa Susendalens østside (allerede av Heltzen angit for Hatfjelddalen). Mo: Hammernesflaagene nord for Langvand, Dunderlandsdalen (A. Blytt), Østre Mofjeld ved Akersvatn. Korgen: Lerskardalen. Op til birkegrænsen. I fjeldtrakter oftest som f. *densiflora* (Wg.).

Gymnadenia albida (L.) Rich. Litt fugtige steder paa kalk og skifer. Alsten ned til søen (M. N. Blytt), f. eks. paa Skjeggnes. Dønna: ved Aakvik, i Skars-skaret, under Donmanden, i Nordviken. Hugla (A. Blytt). Nesna til over birkegrænsen (A. Blytt). Aas-aasen mot Aldersund. Vefsen: Øifjeld ved Mosjøen, Kveldtuva mellem Mosjøen og Elsfjorden, under Mandalsaksla ovenfor Laksfors, Grønfjeld mellem Svenningdalen og Stavasdalen, Kapfjeld mot Fiplingdalen. Hatfjelddalen: Hatten, Nelli-fjeld og Sommerfjeld; Ørefjeld ved Røsvand og mangesteds i mængde paa fjeldene øst for Røsvandet; Amirfjeld i Skarmodalen. Mo: Burfjeld og Storvas-tind i kalkpartiet nord for Langvand, Rundtind ved Brundalsvand under Svartisen, Østre Mofjeld og Akersvatn nær Umbugten, Dunderlandsdalen mangesteds (A. Blytt). Korgen: Maaltind i Bjerkadalen, Slegda, Lerskardalen (A. Blytt). Op i vidje- og lavbeltet blandt *Dryas*.

Corloglossum viride (L.) Hn. Øene paa kalk og skifer ned til søen, hyppig. I fjeldtraktene teml. alm. i birke- og vidjebeltet.

Platanthera bifolia (L.) Richb. Krat, skogenger eller paa berg i de laveste trakter, hist og her paa øene. Vefsen: under Øifjeld, under Dolstadaasen, ved Store Bjørnaavand. Mo (A. Blytt).

Chamaeorchis alpinus (L.) Rich. Grusede steder øverst paa fjeldene, ei sjelden paa kalk og skifer. Vefsen: Kveldtuva mellem Mosjøen og Elsfjord; Grønfjeld mellem Stavasdalen og Svenningdalen. Hatfjelddalen: Nelli-fjeld; fjeldene paa Susendalens østside fleresteds i mængde fra Sletfjeld til Pantdalsfjeld; Unkervandsfjeldene til henimot Rotfjeld; Amirfjeld i Skarmodalen; Akslen og Grandkonefjeld ved Tustervand, Raumaalingen paa grænsen mot Vefsen; teml. alm. paa fjeldene øst for Røsvand (saasom under Krutfjeld, Krutfjelddtind op for Sjørdalen, Varnfjeld ved Favnvand, Hjartfjeldsakslan, Ølfjeldkleppen). Korgen: Rundtind, Maaltind i Bjerkadalen, Slegda, Tverfjeld i Lerskardalen ved foten av Økstindene (N. Moe, A. Blytt). Mo: Dunderlandsdalen mangesteds paa fjeldene (A. Blytt), Østre Mofjeld nær Umbugten. Nesnafjeld (A. Blytt). Klubben og Aas-aasen ved Aldersund ned til ca. 20 m. o. h.

Epipactis atrorubens Schult. Kalkklipper paa øene, ei sj., saasom: Offersø, Bærø, N. Herø, Sauøen ved Husvær, Alsten (ved Husmo og Skei; ogsaa av Heltzen angit fra øen). Dønna: ved Solfjeld, Nordviken, Gulstad og Glein, øene utenfor Ranenfjorden (A. Blytt, f. eks. Tomma og Hugla, R. Juul), Onøen, Alderen mot Aldersundet. Aas-aasen ret derover paa fastlandet. Leirfjorden: Breiland. Leines og Krokvik i Meisfjorden. Vefsen: under Dolstadaasen, Moaasen og ved Store Bjørnaavand. Brendberget nær Hemnes. Mo: Hammernesflaagene; i birkebeltet ved Dunder-

land (A. Blytt); Ø. Mofjeld nær Umbugten over birkegrænsen, ellers paa fastlandet i birkebeltet.

Listera ovata (L.) R. Br. Fugtig grund, især i krat. Oftest paa kalkholdig underlag. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Sandnessjøen og Husmo. N. Herø. Prestøen. Husvær. Blomso. Offersø. Dønna: Aakvik, Nordviken, Donnesfjeld og i Hæstadmarken. Leland. Tomma nær Husby (A. Blytt). Selvær. Gaardso og Kvandjupet (Norman). Leirfjorden. Mellem Leines og Baatstø i Leirfjorden. Vefsen: ved Mosjøen og under Dolstadaasen. Hatfjelddalen: under Akslen nær Tustervand. Ranen (M. N. Blytt).

L. cordata (L.) R. Br. Fugtig mos, hist og her i gran- og birkebeltet fra øene indover til Vefsen, Hatfjelddalen, Korgen (til Lerskardalen, A. Blytt), Mo (til Umbugten og Dunderlandsdalen, A. Blytt).

Coralliorrhiza innata R. Br. Skog paa fugtig mos i de lavere trakter. Offersø. Sauøen ved Husvær. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. flersteds ved veien mellem Sandnessjøen og Stokka. Dønna: Nordviken og ved Aakvik, Hæstadmarken. Selvær: Gaardso. Aas-aasen mot Aldersundet. Vefsen: Moaasen, Øifjeld, Lille Bjørnaavand, ved Klubvand nær Fokstad, ved Fellingfors. Hatfjelddalen: under Hatten, under Nellifjeld, ved Favnvand. Mo i birkebeltet (A. Blytt), f. eks. nær Ravnaa nord for Langvatnet, ved Tervand (M. N. Blytt), nær Umbugten fjeldstue. Korgen: i skogen langs Røsaen flersteds; Lerskardalen (A. Blytt).

Goodyera repens (L.) R. Br. Dønna: Skars-skar, ret bak Aakvikfjeldet paa fugtig mos. Handneso (A. Blytt).

Cypripedium Calceolus L. Paa kalk. Nordviken paa Dønna (Zahl, ifølge A. Blytt). Vefsen: ved Skjerva under Moaasen i største mængde. Ved Store Bjørnaavand og Ravatnet. Hatfjelddalen: Svenskeli i Susendalen (Thomle).

Myricaceae.

Myrica Gale L. Myr og vandbredder, teml. alm. i de laveste trakter, f. eks. Alsten (M. N. Blytt), Blomso, Dønna: Dønnes og flersteds, Luro, Leirfjorden, Sjonbotnet. Dalosen, Berntviken og Hestnesset i Ranen (Heltzen og M. N. Blytt).

Salicaceae.

Salix pentandra L. Litt fugtig grund, teml. alm. i granbeltet saavel paa øene som paa fastlandet. (Ister.)

S. caprea L. Tørre steder og krat, alm. i de lavere trakter. (Selje.)

S. cinerea L. Øene (A. Blytt).

S. aurita L. Krat og paa fugtig grund, teml. alm. paa øene og i den nedre del av Vefsen.

S. nigricans Sm. Alm. saavel paa øene som paa fastlandet. Op i birkebeltet.

S. phyllicifolia L. Alsten (M. N. Blytt). Vefsen, Hatfjelddalen, Mo og Korgen teml. alm., op i vidjebeltet.

S. arbuscula L. Paa kalk og skifer i de indre fjeldtrakter, teml. sj., fra birkebeltet ofte ned i fjelddalene. Vefsen: ved Stimoen, Kløvjemo og Lille Fiplingdal. Hatfjelddalen: Sjaavik ved Røsvand; Susendalen: flere-steds nede i dalen mellem Nerli og Mikkelfjord, Slettfeld. Mo: Burfjeld; Bjellaanesfjeld (A. Blytt); ved Store Akersvatn. Korgen: under Maaltind i Bjerkadalen.

S. hastata L. Teml. alm. saavel i de lavere trakter som i fjeldegne, op i vidjebeltet. Især paa skifer og kalk.

S. glauca L. Alm. fra søen op til vidjegrænsen (750—920 m. i de indre trakter). Danner flersteds bastarder med *S. nigricans* og *S. phyllicifolia*.

S. lapponum L. Som foreg.

S. lanata L. Teml. sj. ute paa øene i de lavere trakter, f. eks. Alsten (M. N. Blytt), Offersø, Dønna. Tilfjelds teml. alm. paa fastlandet fra det øvre av birkebeltet op i vidjebeltet, sjældnere nede i granbeltet, f. eks. ved Røsvandets sydende og paa dalbunden i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

S. myrsinites L. Karakterplante for kalken og skiferen, paa fugtig grund, saavel i de lavere trakter paa øene som tilfjelds, paa fastlandet ind- over til grænsen, op i lavbeltet.

S. herbacea L. Fugtige steder, alm. fra søen op i lavbeltet.

S. herbacea \times *S. lapponum*. Tomma, næsten nede ved søen (A. Blytt). Herhen hørende former neppe sj. tilfjelds. Vefsen: Løipskar- og Smaatjerndalen nær Fiplingkroken, Grønfjeld mellem Svenningdalen og Stavasdalen. Hatfjelddalen: Nellifjeld og Skindfjeld, Ørefjeld og Stekvasaksla ved Røsvand, Varnfjeld og Akfjeld øst for Røsvand; mellem Tustervand og Skalvand. Mo: Brunstadtind og nedre Brundalsvand under Svartisen. Korgen: Slegda.

Ogsaa former, der synes at maatte opfattes som *S. hastata* \times *S. herbacea*, forekommer.

S. polaris Wg. Øverst paa fjeldene ved snebækkene. Vefsen: Kapfjeld mot Smaatjerndalen. Storveiskar og Løipskar i Børgesfjeld mot Fiplingdalen. Hatfjelddalen: Nellifjeld, Løipskarfjeld mot Susendalen (Stav og Fridtz), Slettfjeld og Sommerfjeld (Fridtz); Grandkonefjeld nær Tustervand,

Hjartfjeld paa Røsvandets østside, Akfjeld ved Favnvand samt Store Buksfjeld nær grænserosen. Fjeldene i Lerskar- og Dunderlandsdalen (A. Blytt).

S. reticulata L. Karakterplante for skiferen og kalken, saavel paa øene i lavlandet som i fjeldtraktene. Op i lavbeltet.

Populus tremula L. Alm. i gran- og birkebeltet.

Betulaceae.

Betula pubescens Ehrh. Alm., paa øene til ca. 300 m., paa fastlandet til ca. 650 m. o. h.

B. nana L. Myr. Alm. fra søen op i vidjebeltet. (Mingelris, Ranen iflg. Heltzen).

B. pubescens \times *B. nana*. Herhen hørende former set paa Dønna, Hugla (A. Blytt), Ørtfjeld i Dunderlandsdalen (A. Blytt), ved Ravnaa nord for Langvandet i Mo.

Alnus incana (L.) Willd. Alm. til birkegrænsen.

Corylus Avellana L. Som smaa busker, men undertiden samlet til krat, ute paa øene. Alsten: teml. frodige hasselkrat mellem Skei og Hamnes; modne nøtter sjeldnere i de senere aar. Tjøtta: nogle faa busker i Brodtkorbs utmark, i gode aar med smaa nøtter uten kjerne. Løvøen flere busker. Heltøen et par busker. Dønna: et par smaa busker under Dønnesfjeld, ved Solgfjeld hasselkrat. Øene utenfor Ranenfjorden som liten busk og sparsomt (A. Blytt), f. eks Tomma i ikke ringe mængde under Langaaen, Handnesøen (særlig ved Saura) samt spredt paa Hugla og Løkta (iflg. R. Juul). Lurø (M. N. Blytt). Paa fastlandet: Ulvängen (R. Juul). Meisfjorden: Krokvik flere busker og kratdannende indenfor Holmen og ved Baatstø. Leirfjorden: smaakrat mellem Tømmervik og Hjartland samt ved Breiland.

Ulmaceae.

Ulmus scabra Mill. (*U. montana*). Urer, krat, ei alm. Alsten: især ved Skei. Dønna: ved Dønnes et par smaa trær, ved Solgfjeld og Aakvik flere teml. høie trær. Løvø (i Tjøtta): nogle trær. Bærø: et par trær (efter beboernes sigende). Tomma. Hammerø i Nesna (A. Blytt). Svalenget og Strømmen (iflg. Heltzen) samt Borresteinli i Hemnes, »træagtig indtil flere hundrede fot over søen» (A. Blytt). Aldersundet: ved Bratland et par trær under Liatinden samt i urene ved Olvikvandet (»Almeliens») flere store trær, (inderst inde ved Silavandet et par trær (»Almnesset«). I traktene syd for Svartisen langs Langvatnet ei sjelden, saaledes flere vakre trær i Hammernesflaagene og Fuglevigfjeld iflg. Heltzen, ved Ravnaa og under fjeldet paa anden side av elven ved Fiskkjønmoen (»Almelunden«).

ogsaa ved Blakaaga et og andet træ, f. eks. ved Asphaugmo og Bjørnaaen, samt flere træer op for Rufsholm ved Langvasaaga. Desuten iflg. Heltzen ved Tveraamo øverst i Langvatnets distrikt i nærheten av gletscherne (Svartisdal, M. N. Blytt; Svartvatnet i et andet mskr. av Heltzen). Ogsaa ellers forekommer der spredt endel alm i Mo pgd.; saaledes ved Aaenget et par km. ovenfor fergestedet ved Ranenelven, ved Almli i Dalsgrænden og ellers ved flere gaarder av dette navn (Skonseng-Almli, Fjeld-Almli ovenfor Storfoshei, iflg. skoginspektør NILSEN). Vefsen: flere steds, f. eks. under Dolstadaasen, ved Alsgaard, Lille Bjørnaavand; Alm-dalen nær Fellingfors (iflg. Aug. HEINTZE) samt over mot Elsfjorden.

Urticaceae.

Urtica dioica L. Beboede og dyrkede steder, alm., undertiden i urer (ofte som f. *silvestris* Norm.) op i birkebeltet.

U. urens L. Beboede steder, i de laveste trakter, ei alm.

Polygonaceae.

Koenigia islandica L. Øverst paa fjeldene, i klipperifter og ved bræene. Haatfjelddalen: Haatten, Rotfjeld og Arefjeld samt Krutvandsrøddiken. Mo: Dunderlandsdalen paa Andfjeld og Nasa (A. Blytt), ved Rødvands fjeldstue (488 m. o. h.), Østre Mofjeld ved Umbugten. Korgen paa fjeldene i Lerskardalen, hvor den paa Tverfjeld gaar ned til birkegrænsen.

Rumex domesticus Hn. Alm. ved beboede steder i de lavere trakter. (Hæmule, Højmule.)

R. crispus L. Strandkanter. Tjøtta (Landmark). S. Herø.

R. acetosella L. Tørre, udyrkede steder, alm. i de lavere egne.

R. acetosa L. Alm. fra søen til vidjegrænsen, i fjeldlier som **arifolius* (All.). (Syregræs, Rausyre.)

Oxyria digyna (L.) Hill. Fugtige steder, teml. alm. fra søen til snegrænsen.

Polygonum viviparum L. Tørre steder, alm. op i vidjebeltet. (Titingfrø.)

P. aviculare L. Alm. ved veier, beboede steder og paa strandkanter.

P. Persicaria L. Ranen (M. N. Blytt, som ukrud i prestegaardshaven paa Hemnes iflg. Heltzen).

P. Convolvulus L. I akker i de lavere egne. Øene. Vefsen. Ranen (M. N. Blytt). Lerskardalen i Korgen (A. Blytt).

Chenopodiaceae.

Chenopodium album L. Beboede steder, teml. sj., i de laveste trakter.

Atriplex hastatum L. Strandkanter, alm.

A. Babingtonii Woods. Strandkanter, neppe sj.

f. *virescens* Lge: Nesna (A. Blytt).

A. patulum L. Strandkanter, vistnok alm., nævnes ei av A. Bl.

A. litorale L. Strandkanter, teml. sj. Tenna. Dønna. Vandved. Aasvær.

Salicornia europaea L. Lerede strandkanter. S. Herø. Alsten (M. N. Blytt). Blomsø og Østbø i Alstahaug. Vandved.

Suaeda maritima (L.) Dum. Strandkanter. Dønna: Bruggeviken nær Dønnes. Nordgrænse.

Portulacaceae.

Montia fontana L. Fugtige steder, teml. alm., op i birkebeltet.

Caryophyllaceae.

Spergula arvensis L. Akker, alm. i de laveste trakter.

Spergularia salina Presl. Fugtige strandkanter. S. Herø. Dønna: Stavsengvik, Bruggeviken nær Dønnes. Store Engholmen og andre holmer i Aasvær. Vandved. Husø i Trænen. Sjonbotnet. Vistnok ellers mange-
steds, overset tidligere paa sommeren.

Sagina maritima Don. Strandkanter. S. Herø. Vandved. Store Engholmen i Aasvær. En eiendommelig form: v. *propinqua* (Norm.) Mosjoen ved Skjervas utløp (A. Landmark).

S. procumbens L. Tørre, ufrugtbare steder, alm., op i birkebeltet.

S. Linnaei Presl. Fugtige steder, ei sj. i fjeldtraktene paa fastlandet, til birkegrænsen.

S. intermedia Fenzl. Fugtige steder øverst paa fjeldene (ofte i selskap med *Koenigia*). Hatfjelddalen: Hatten (Fridtz). Krutvasrøddiken. Rotfjeld. Laupskarfjeld mot Susendalen (Fridtz). Korgen: Slegda. Tverfjeld i Lerskardalen (A. Blytt); Maaltind i Bjerkadalen. Mo: Andfjeld, Kjærringfjeld og Burek paa Nasa (A. Blytt). Vastind mot Aldersundet i Luroy pgd.

S. nodosa (L.) Fenzl. Især paa strandkanter, saaledes teml. alm. paa øene, ved Mosjøen, i Leirfjorden, Meisfjorden, Nesna (A. Blytt), Sjona, Hemnes (A. Blytt). Utenfor stranden oftest paa kalk, f. eks. ved Mosjøen, Hammernesflaagene og Ravnaa ved Langvandet i Mo.

Alsine rubella Wg. Korgen: Maaltind sparsomt, paa kalk.

A. biflora (L.) Wg. I vidje- og lavbeltet paa grusede steder, teml. alm. i de indre fjeldtrakter.

A. stricta (Sw.) Wg. Paa kalk og skifer i lavbeltet. Hatfjelddalen: Nellifjeld, Susendalens østside fleresteds (Thomle), f. eks. Store Vardhøgda, Sommerfjeld, Jetnehaken og Pantdalsfjeld; Amirfjeld i Skarmodalen og Akfjeld ved Favnvand.

Honkenya peploides (L.) Ehrh. (*Anmadenia peppl.*, *Helianthus peppl.*). Strandkanter, teml. alm.

Mochringia trinervia (L.) Clairv. Krat i de laveste trakter, sj. Alsten: Skei. Rødø og Bærø (i Tjøtta pgd.). Dønna: Solfjeld. Øene utenfor Ranenfjorden (A. Blytt), f. eks. Tomma. Lovunden. Vefsen: Dolstadaasen og ved Bjørnaavand. Mo (A. Blytt).

Arenaria serpyllifolia L. Tørre steder, især i mængde paa kalken paa øene like fra de sydligste undersøkte til Selvær, dog ogsaa paa øene i Trænen paa granit (Husø og meget frodig under Trænstaven paa Sanna). Ogsaa paa fastlandet især paa kalk, saaledes i Meisfjorden, Leland i Leirfjorden, under Dolstadaasen og ved Store Bjørnaavand i Vefsen, i Mo (A. Blytt), f. eks. Hammernesflaagene og ellers paa kalken nord for Langvandet.

A. ciliata L. Især i kalkgrus. Alsten: Strandaasen nær Sandnesjøen, Skjeggnes nær Søvik i havets nivaa (hvorfra allerede anført av M. N. Blytt). Vefsen: Dolstadaasen til 152 m. samt i liene ved Alsgaard (Norman). Hatfjelddalen: Vardhøgda mot Storbækken. Mofjeld i Ranen (? Gunnerus). Østre Mofjeld ved Akersvatn i Mo. Paa serpentin paa Hatten og Krutvasrøddiken i Hatfjelddalen.

Stellaria nemorum L. Skog og krat paa litt fugtig bund, alm., til op i vidjebeltet.

S. media (L.) Cyrill. Ved beboede steder og paa strandkanter, alm., næsten til birkegrænsen.

S. graminea L. Enger og skogenger, alm. paa fastlandet, sjeldnere paa øene, op i birkebeltet.

S. longifolia Mühlenb. (*S. Friesiana*). Skyggefulde steder i de lavere trakter. Alsten (M. N. Blytt). Dønna. Lovunden. Vefsen: ved Mosjøen, under Dolstadaasen, ved Øksendal og Store Bjørnaavand. Korgen og Mo fleresteds i granbeltet. Sammen med denne forekommer ogsaa bastarden mellem denne og følgende art (*S. alpestris* Fr.) paa Alsten (M. N. Blytt), i Korgen og Mo (A. Blytt).

S. alpestris Hn. (*S. borealis* Big.). Teml. alm. i fjeldtraktene paa fastlandet paa litt fugtige steder til op i birkebeltet.

S. crassifolia Ehrh. Strandkanter, alm. saavel paa øene som paa fastlandet ind til bunden av fjordene, sjeldnere langt fra søen, f. eks. ved bredden av smaavand i Vefsen (f. eks. Mokjøn nær Mosjøen, Blankkjøn nær Fokstad) som v. *paludosa* (Læstad.).

S. uliginosa Murr. Alsten og Ranen (M. N. Blytt, men betegnet med ? hos A. Blytt).

Cerastium alpinum L. Klipperifter og krat, teml. alm., fra søen op i lavbeltet. I de laveste trakter ofte som f. *lanatum* (Lam.) Hegetschw.; f. *glabrum* Retz. Tomma (A. Blytt), Olfjeldkleppen paa Røsvandets nordøstside; især dog paa serpentin: Rødfjeld i Tjøtta, Hatten, Gryttinden og Krutvasrøddiken i Hatfjelddalen.

C. Edmondstonii (Wats.) Murb. Ved snøbækkene øverst paa fjeldene. Aldertind paa Alderen. Klubben og Vastind ved Aldersundet. Børgsfjeld: Loipskar og Storveiskar mot Fiplingdalen. Rotfjeld og Arefjeld i Hatfjelddalen. Korgen: Stolpefjeld og Tverfjeld i Lerskardalen (A. Blytt); Maaltind i Bjerkadalen. Mo: Bredekfjeld i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

C. arvense L. Ved Aakvik paa Dønna i kunstig eng (L. Strømme), Mo (stud. L. Meyer).

C. trigynum Vill. Alsten ned til søen. Tilfjelds paa fugtige steder alm. fra birkebeltet til op i lavbeltet saavel paa øene som paa fastlandet.

C. vulgare Hn. Tørre steder, alm. til op i birkebeltet. Som **alpestre* (Lindbl.) Hn. paa Grønfjeld mellem Svenningdalen og Stavasdalen i Vefsen samt paa Grandkonefjeld ved Tustervand.

C. glomeratum Thuill. (*C. viscosum* Bl.). Vikholmen og Stranden i Nesna (beggesteds iflg. A. Blytt). Kulstadbunden i Vefsen (A. Landmark).

C. tetrandrum Curt. Tørre berg sammen med *Arenaria serpyllifolia*. Selvær samt Sanna og Husø i Trænen. En bastard mellem denne art og *C. vulgare* er av Norman fundet paa Husø og forekommer rimeligvis ogsaa paa Selvær.

Silene venosa (Gilib.) Aschers. Akre og enger i de lavere trakter. Ellers sj. Sanna i Trænen, under Trænstaven. Liene under Dolstadaasen i Vefsen. (Smeldpung, Akerkaal, Ranen, iflg. Heltzen.)

S. maritima With. Strandkanter. Alsten høit op paa fjeldet (M. N. Blytt).

S. rupestris L. I de lavere trakter ei sj. paa tørre berg. saaledes fleresteds paa øene; ved Olvikvandet i Aldersundet, ved Strandevand i Sjøna, under Olfjeld og i Dolstadaasen i Vefsen; i Hatfjelddalen: under Jørendtind mot Gaasvandsdalen nær Tustervand og ved Sordalen paa Røsvandets østside; indover til Korgen (f. eks. paa Slegda iflg. Heltzen) og Mo (A. Blytt, f. eks. ved Ravnaa). Ofte paa kalk.

S. acaulis L. Klipper, alm. over trægrænsen, især i de ytre trakter ned til søen.

Agrostemma Githago L. Ved Mosjoen (i et skoleherbarium). Hemnes i en erteaker og paa Øvre Grønfjeld i Mo blandt dansk sæd (iflg. Heltzen).

Viscaria alpina (L.) Don. Ofte øverst paa fjeldene, dog paa øene av og til næsten ned til søen. Dønna: strandklipper ved Aakvik. Luro saavel paa som under fjeldet, likesaa paa Rødfjeld i Tjøtta. Aldertind

paa Alderen. Rismaalskammene ovenfor Bratland og Vastind i Aldersundet. Hatfjelddalen mangesteds paa fjeldene, saaledes paa Hatten, Børgsfjeld mot Susendalen (Stav og Fridtz), Vardhøgdene og Sletfjeld samt Susenfjeld (Fridtz) i Susendalen, Unkervandsfjeldene, Gryttinden, fjeldene øst for Røsvandet (saaledes paa Varnfjeld, Akfjeld, Store Buksfjeld). Korgen: Maaltind i Bjerkadalen; Trætbakken (Heltzen) og Tverfjeld i Lerskardalen (A. Blytt). Mo: saavel i traktene syd for Svartisen (Storvastind, Burfjeld, Rundtind) som i Dunderlandsdalen (Bredek, Andfjeld, like ind til Nasa, A. Blytt) og paa Østre Mofjeld og Krabfjeld ved Umbugten fjeldstue. Ofte paa serpentin.

Lychnis Flos cuculi L. Enger i de lavere trakter, især paa øene, sjeldnere paa fastlandet, f. eks. ved Hemnes prestegaard og Strand i Nesna (Heltzen).

Melandrium silvestre (Schkuhr) Roehl. Enger og skoglier, alm. til op i vidjebeltet. (Rauhanagull, Dønna og Mo.)

Nymphaceae.

Nymphaea alba L. I vand. Lomkjøn mellem Klippingvaag og Kokviken paa Onøen. Valaviken nær Dønnes paa Dønna. Sundsvand paa Lokta (R. Juul). Vefsen: i smaavand, saaledes i Andaastjern og Mokjøn ved Mosjøen. Ranen (M. N. Blytt, rimeligvis i et fjeldvand ved Dyrhaug nær Drevandet, hvorfra Heltzen anfører den). Nær Lillevand mellem Helgaavand og Graavand i Sjona. Vistnok især **candida* (Presl.) Aschers.

Nuphar pumilum (Timm.) DC. I vand. Vefsen: Mokjøn, Lille Bjørnaavand og Blankkjøn nær Fokstad. Ranen (M. N. Blytt, benævnt: *N. luteum*, av Heltzen angit at vokse sammen med foregaende).

Ceratophyllaceae.

Ceratophyllum demersum L. Altervand ved Dønnes paa Dønna. Indsamlet med frugt. Opdaget av R. Collett, se s. 36 ovfr. Nordgrænse.

Ranunculaceae.

Caltha palustris L. Fugtige steder som ved bækker og vandbredder, alm. i de lavere trakter.

Trollius europæus L. Fugtige engler og fjeldlier, alm. i fjeldtraktene, op i vidjebeltet. Alsten (Fridtz). Vefsen. Hatfjelddalen. Hemnes (A. Blytt). Korgen. Mo. (Knapsoløi.)

Aquilegia vulgaris L. Ved Aakvik paa Dønna. Alsten (Schübeler). Rimeligvis forvildet.

Aconitum septentrionale Koelle. Skoglier. Sparsomt paa øene. Røde i Tjøtta. Alsten (i mængde). Lurø. Hugla og Handneso (A. Blytt). Især i de indre trakter (fra Nesna, A. Bl.) alm., til op i vidjebeltet. Benævnes Hundsløike.

Actaea spicata L. Krat og urer, hist og her i de lavere trakter paa øene og fastlandet. Foretrækker kalkfeltene. (Trolldær.)

Anemone nemorosa L. Skog og krat, alm., op i birkebeltet. (Gjetsimmer, Hvitsimmer.)

Ranunculus glacialis L. Ved randen av den smeltende sne, teml. alm. i Vefsen, Hatfjelddalen; ved Aldersundet; under Svartisen, i Dunderlandsdalen (A. Blytt) og indover mot grænsefjeldene fra Tervand av (Heltzen). Korgen: Maaltind og Lerskardalen (Heltzen, A. Blytt).

R. platanifolius L. Birkelær. Kun bemærket under Baraasen ved Fiplingkroken i Vefsen. Ranen (M. N. Blytt, i Lerskardalen iflg. Heltzen).

R. Flammula L. Myr og ved vand. Trænen. Dørvær. Selvær.

R. reptans L. Lerede vandbredder, alm. i de lavere trakter.

R. hyperboreus Rottb. I brakvand nær stranden. Dønna: Skagalandet og ved Stavseng. Lovunden. Sanna i Trænen.

R. pygmaeus Wg. Fugtig jord i vidje- og lavbeltet, alm. paa fastlandets fjelde.

R. nivalis L. Ved den smeltende sne, oftest overst paa fjeldene, saaledes paa Borgefjeld i Vefsen og Hatfjelddalen, fjeldene paa Røsvandets østside like ind til grænsen, fjeldene i Lerskar- og Dunderlandsdalen (A. Blytt), »Miølfjeldene« i Mo og indover mot grænsefjeldene (Heltzen).

R. repens L. Ved beboede steder, veier og grøfter, op i birkebeltet.

R. acer L. Fugtige steder og enger, alm., op over vidjegrænsen. (Voldsoløi.)

R. auricomus L. Enger og krat, i de lavere trakter, saavel paa øene som paa fastlandet, men ei alm.

R. sceleratus L. Ranen (Heltzen). Risøen i Aasvær, ved smaavand nær stranden. Nordgrænse.

Ranunculus paucistamineus Tausch. Vandbredder og torvgraver teml. alm. paa øene, men vistnok sj. paa fastlandet. Især synes v. *divaricatus* Schrank. og v. *eradicatus* Læstad. eller iflg. A. Blytt (Norg. Fl. 943) en mellemform mellem disse at forekomme.

R. peltatus Schrank. Vandbredder. Korgen (A. Blytt).

R. Ficaria L. Fugtige krat. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Skei. Dolstadaasen i Vefsen.

Thalictrum flavum L. Krat, især paa kalk og skifer i de lavere trakter. Røde i Tjøtta. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Skei og i Sovik-

skaret. Dønna: Solfsjeld, Nordviken og Dønnesfjeld. Vikholmen (A. Blytt). Ved Bratland og Olvikvand i Aldersundet. Mellem Leland og Næs samt ved Tømmervik i Leirfjorden. Meisfjorden. Vefsen: Dolstadaasen og ved Store Bjørnaavand. Hatfjelddalen i mængde (Heltzen). Mikkelfjord i Susendalen. Hemnes (A. Blytt). Korgen: Meland i Lerskardalen (Heltzen). Mo: mangelsteds, saaledes ved Ravnaa og i Hammernesflaagene nord for Langvandet, i liene ovenfor Rufsholm ved Langvandets østende, teml. alm. fra Mo opover Dunderlandsdalen til Vesteraali og Krokstrand (A. Blytt).

T. alpinum L. Karakterplante for kalken og skiferen, alm., fra søen op i lavbeltet. Desuten ofte paa myrene.

Papaveraceae.

Corydalis intermedia (L.) P. M. E. Krat. Dolstadaasen i Vefsen (W. Magelssen). Skarmodalen i Hatfjelddalen (Fridtz). Ranen (M. N. Blytt, vistnok efter Heltzen: Nedre Leiren i Korgen, under fjeldet). Nesna (stud. Dometius iflg. A. Blytt). Lovunden: i birkekrattet. Vistnok ellers overset av mig, da den snart visner eller overgroes av anden skogvegetation.

Fumaria officinalis L. Akker i laveste egner, ei alm., vistnok især paa øene.

Cruciferae.

Nasturtium palustre (Leyss.) DC. Fugtige steder. Vandved: paa bunden av et uttorret vand. Burøen i Aasvær. Vefsen (Thomle, iflg. Fridtz).

Barbarea vulgaris R. Br. Dyrkede enger, indført. Ved Sandnessjøen paa Alsten, Dønnes paa Dønna, Lurøgaard paa Lurø. Allesteds kun et par eksemplarer (1908), Mo 1910 (stud. L. Meyer).

B. stricta Andrz. Fugtige steder, især ved elv- og vandbredder, i de lavere trakter. Alderen: Stuvland ved stranden, Lovunden ved stranden. Ved Bratland og Vasvatnet i Aldersundet. Vefsen: ved Mosjøen. Hemnes: Brendberget (A. Blytt). Hatfjelddalen: Krutnesset og Sordalen ved Rosvandets østside, ved Favnvand og Varnvand. Unkervand: ved Trondhjem og vandets nordende. Ved Store Uman saavel paa norsk som svensk side. Ved Almeliøen og Bjellaanes i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

Turritis glabra L. Tørre bakker og urer. Vefsen: ved Mosjøen og i Dolstadaasen. Ved Olvikvandet i Aldersundet. Ved Storsteinli og i Hammernesflaagene nord for Langvandet i Mo. Brendberget ved Hemnes (A. Blytt).

Arabis hirsuta (L.) Scop. Tørre bakker, berg og urer, karakterplante for skiferen og kalken fra øene like ind til grænsetraktene. Undertiden blandt *Dryas*vegetationen i lavbeltet tilfjelds, saasom paa Øifjeld i Vefsen,

i Hatfjelddalen saasom paa Grandkonefjeld og Raumaalingen nær Tustervand, Jetnehaken mellem Susendalen og Unkervand, mangesteds paa fjeldene øst for Røsvandet, Østre Mofjeld nær Umbugten, Burfjeld og Storvastind syd for Svartisen; Ørtfjeld i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

A. alpina L. Fugtige steder paa fjeldene, teml. alm. fra den øvre del av birkebeltet op i lavbeltet, undertiden ned i fjelddalene, saavel paa øene som paa fastlandet.

Stenophragma thalianum (L.) Cel. Tørre berg. Aasvær: en holme nær Burøen. Risvær (S. Chr. Sommerfelt in herb.). Trænen: under Trænstaven, meget frodig; Husø. Vefsen: under Dolstadaasen. Mo: Ravnaa paa kalkbergene. Vistnok mangesteds visnet og henveiret før min ankomst.

Sisymbrium Sophia L. Beboede steder. Dønnes paa Dønna. Alsten og Ranen (M. N. Blytt). Onø (Heltzen).

Cardamine flexuosa With. (*C. silvatica* Link). Fugtige krat. Alsten: Søvikskaret. Dønna: Aakvik (L. Strømme). Dolstadaasen i Vefsen. Lovunden: i birkekrattet. Selfors og nær kirken i Mo i granbeltet (A. Blytt). Susendalen: Øvre Trallerud (R. Fridtz; en form med smale bladavsnit paa stengelbladene og derfor mindende endel om *C. hirsuta*).

C. pratensis L. Fugtige steder, saasom ved bækker og vandbredder, teml. alm., fra søen op over vidjegrænsen (der formerende sig ved yngleknopper, f. *propagulifera* Norm.).

C. bellidifolia L. Øverst paa fjeldene i urer og ved snebækker, saaledes paa Breitind paa Alsten, Dønmanden paa Dønna, Aldertind paa Alderen. Alm. paa fastlandets fjelde.

Erysimum hieraciifolium L. Urer og krat eller paa kalkberg, teml. alm. paa øene like fra Bærø i Tjøtta til under Trænstaven og paa fastlandet fra Aldersundet og Meisfjorden indover til grænsetraktene i Mo og Hatfjelddalen.

E. cheiranthoides L. I akker og ved beboede steder. Øene utenfor Ranenfjorden (A. Blytt). Lurø. Vefsen: ved Mosjøen, Fellingfos og Kløvje-mo. Hemnes og Mo (Arnell).

Braya alpina Sternb. & Hoppe. Kalkgrus. Ved Ravasengen og Ravatnet i Vefsen. Hammernesflaagene nord for Langvandet i Mo.

Brassica campestris L. Akker i de laveste trakter, ei alm.

Sinapis alba L. Akker, hist og her paa øene, f. eks. Tjøtta, Tro paa Løvoen (i Tjøtta), Alsten (M. N. Blytt), Østbø i Alstahaug, Skar og Berfjorden paa Dønna, Ytre Øksningen, Klippingvaag paa Stegen, øene utenfor Ranentjorden (A. Blytt). Sjeldnere paa fastlandet: Meisfjorden, ved Mosjøen, Mo sj. (A. Blytt).

S. arvensis L. Sjeldnere end foreg. Donna: Hæstad. Ved Mosjøen. Alsten og Ranen (M. N. Blytt).

Berteroa incana (L.) DC. Tjøtta, paa kunstig eng (Landmark). Nordgrænse.

Draba alpina L. I vidje- og lavbeltet. Susendalen: Danningsfjeld (Sig. Thor) og maaske paa Sletfjeld (Fridtz).

D. hirta L. Klipperifter og grus, især tilfjelds. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Søvik. Hugla (A. Blytt). Indover til grænsetraktene teml. alm. (A. Blytt), op i lavbeltet paa skifere. Av specielle voksesteder kan nævnes: Leland i Leirfjorden og ved Fellingfors nede i dalen paa kalk. Hatfjeld-dalen: ei sj. paa fjeldene paa Susendalens østside saasom paa Vardhøgdene, ovenfor Trallerud (Fridtz), Pantdalsfjeld og Jetnehaken, Amirfjeld og Arefjeld i Skarmodalen, Hatten; fjeldene paa Røsvandets østside, f. eks. Akfjeld, Varnfjeld, Hjartfjeld; Grandkonefjeld ved Tustervand; Sordalen nede ved Røsvandet paa kalk. Dyrnakken ved Bratland i Aldersundet. Mo: Storstind, Burfjeld og Storfjeld syd for Svarlisen, Ø. Mofjeld inde ved Umbugten. Korgen: Maaltind, Rundtind, Slegda (allerede anført herfra av Heltzen), Anders Larsafjeld.

D. incana L. Tørre bakker og klipper, alm., især paa øene, op i birkebeltet. A. Blytt opstiller en *f. latifolia* fra Lerskardalen i Korgen (Moe).

D. nivalis Liljebl. Mo: Bredekfjeld i Dunderlandsdalen fra den øvre del av birkebeltet op i lavbeltet (A. Blytt).

Draba verna L. Donna: ved Dønnes (Valborg Bauman). Nordgrænse.

Cochlearia officinalis L. Strandkanter. **arctica* Schlecht. fjernet fra stranden: Helvedesmyrene ved Mosjøen. Helgaavand. Sjona. Paa toppen av Rødøfjeld.

C. anglica L. Tjøtta (A. Landmark).

Subularia aquatica L. Ved Fustvandet i Vefsen. Korgen (A. Blytt).

Thlaspi arvense L. Akker og ved beboede steder, hist og her i de laveste trakter.

Capsella Bursa pastoris (L.) Medik. Som foreg., alm.

Cakile maritima Scop. Strandkanter, især paa øene, alm.

Raphanus Raphanistrum L. Akker i de laveste trakter, ei alm.

Droseraceae.

Drosera longifolia L. og *D. rotundifolia* L. Myr, alm., omtrent til birkegrænsen (Maria Taaregræs, Ringormgræs, Ranen iflg. Heltzen).

Av den førstnævnte art forekommer flersteds (saaledes i Øvre Vefsen og ved Langvand i Mo) en liten, smaabladet, ofte steril form, mindende

endel om *D. intermedia* Hayne. Samme form forekommer ogsaa i Tromsø amt og i Finmarken. Rimeligvis er det ogsaa denne form, som A. Blytt anfører for de av ham undersøkte trakter under navnet β *obovata*, der ellers opfattes som *D. longifolia* \times *D. rotundifolia*, men hvorav jeg ei har set sikre eksemplarer i Nordland.

Crassulaceae.

Rhodiola rosea L. Klipper, alm. fra søen op i lavbeltet (Kalvedans eller Kalvegræs).

Sedum maximum (L.) Suter. Ugræs i akre ved Sandnes i Nesna (A. Blytt).

S. annuum L. Klipper og urer, alm., til op i birkebeltet.

S. acre L. Klipper og sandige strandkanter, især i de laveste trakter. Optrer dog undertiden høit oppe paa fjeldene paa kalk blandt *Dryas*-vegetationen, saaledes paa Varnfjeld i Hatfjelddalen og Ø. Mofjeld i Mo.

Saxifragaceae.

Saxifraga Cotyledon L. Bratte klipperifter, urer og kalkberg, alm. til op i birkebeltet (Bjergrose, Bjerggull).

S. stellaris L. Fugtige steder, alm., ofte fra søen av, til op i lavbeltet. Som v. *comosa* Retz. oftest øverst paa fjeldene ved det smeltende snevand, saasom i Storveiskar og Loipskar i Borgefjeld, Susenfjeld (Sig. Thor), Arefjeld og Rotfjeld i Skarmodalen, Sauaksla og Ø. Mofjeld inderst i Mo nær Umbugten samt paa fjeldene i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

S. nivalis L. Klipper især i fjeldtrakter, alm. fra birke- op i lavbeltet, stiger dog ofte og det især paa kalk ned i granbeltet, ja like til søen, saaledes ved Kløvjemo øverst i Vefsen, ved Sjaavik ved Røsvandet, ved Ravnaa i Mo, Aldersundet paa Alderen, paa N. Solvær og Onoen samt i de av A. Blytt undersøkte egner. Som f. *tennis* Wg. især øverst paa fjeldene ved snebækkene.

S. oppositifolia L. Fugtige klipper, alm. fra søen op i lavbeltet. Alm. kjendt især i kysttraktene under navnet Bergblomster som den tidligst blomstrende plante.

S. aizoides L. Ofte paa fugtige klippeskrænter og ved bækker, alm. fra søen til op i lavbeltet. Undertiden i mængde paa tørre kalkberg, saaledes i Leirfjorden og i Vefsen.

S. granulata L. Ved Fokstad i Vefsen i mængde paa engen. Har holdt sig her i flere aar (se s. 84 ovfr.), men maa oprindelig være indført med græsfrø.

S. cernua L. Fugtige klipperifter og grus øverst paa fjeldene, teml. alm., især paa fastlandet, sjeldnere paa øene (f. eks. Hugla, A. Blytt).

S. rivularis L. Fugtige steder, især alm. i vidje- og lavbeltet paa fastlandet, sjeldnere paa øene, saasom paa Alsten (Breitind), Dønna (Dønmanden), Hugla (A. Blytt), Alderen (Aldertind), Lurø og Lovunden (sidste sted næsten ned til havflaten).

S. groenlandica L., Simm. (*S. caespitosa*). Især øverst paa fjeldene, teml. alm. saavel paa øene som paa fastlandet. Dog fleresteds, især paa øene, ned til søen, saaledes ved Sandnessjøen paa Alsten, Dønna fleresteds (f. eks. ved Gleinviken, Aakvik i Herøy pgd.), Dønnes, S. Herø, Vandved, Sanna, Selvær, Dørvær, i Aasvær, Lovunden, N. Solvær, Hennes (A. Blytt).

S. adscendens L. Fugtige klipperifter. Hatfjelddalen: Skarmodalen saavel nede i dalen som i urer under Amirfjeld (her ogsaa v. *lutea* Hn.). Mo fra granbeltet op i vidjebeltet (A. Blytt), f. eks. mangelsteds i traktene nord for Langvand til op under Svartisen (f. eks. paa Rundtind øverst i Brundalen).

Parnassia palustris L. Fugtige steder, alm., til op i vidjebeltet.

Ribes Schlechtendalii Lge. (*R. pubescens* Hedlund, *R. rubrum* Bl. N. Fl.). Krat, op i birkebeltet saavel paa øene som paa fastlandet, teml. alm. Synes foruten hovedformen (ifølge det indsamlede materiale, der er revideret av dr. TH. HEDLUND) særlig at være v. *scandicum* Hedl. eller en hovedformen nærstaaende form; v. *glabellum* Trautv. & Mey. bemerkedes nær Lien paa vestsiden av Røsaen i Korgen. (Vinbær. Moved.)

Rosaceae.

Prunus Padus L. Krat, alm. til birkegrænsen.

Pyrus Malus L. Krat. Ved Skei i hasselskogen flere teml. høie træer; Dønnesfjeld paa Dønna et litet frodig træ med sideskud. Nordgrænse.

Sorbus Aucuparia L. Krat, alm. til birkegrænsen. Det træ, der gror villigst ytterst paa værene.

S. fennica (L.) Fr. Krat. Ei sj. paa øene i Tjøtta pgd., saaledes paa Tjøtta (i hovedgaardens utmark), Rødøen og Løvøen, Bærø og Halto. Slaatterø nær Blomsø. Alsten: ved Skei og Hannes samt i Søvikskaret op for Einangen. Dønna: Aakvik (et litet træ iflg. Andrea Bech-Hanssen). Benævnes i Tjøtta fleresteds Hasselbær (o: Asalbær), medens *Corylus* kaldes Hatl.

S. lancifolia Hedl. n. sp. (*S. minima* (?) e Tombö, Hedlund, Monogr. d. Gatt. *Sorbus*. Kongl. Sv. Vet. Akad. s. Handl., bd. 35, n. 1, p. 62, 1901).

Arbor fruticosa foliis subtus albotomentosis, pagina folii evoluti oculis armatis modo pro minore parte per tomentum visibili, lanceolatis, usque ad $2\frac{1}{2}$ -plo longioribus quam latis, acutis, nervis lateralibus 8—9 praeditis, argute lobatis, basin versus profunde et pro minore parte tam in ramulis elongatis quam in abbreviatis usque ad nervum principalem incis, lobis infimis duobus hinc inde usque ad 5 mm. a ceteris remotis; corymbis 5—7 cm. latis; floribus circa 15 mm. latis, staminibus petalis aequilongis, antheris (ante dehiscentiam) roseis, polline irregulariter evoluti, stylis duobus, pro minore parte tribus, separatis lanceolatis, in fructu conniventibus, albotomentosis; fructibus rubris, lenticellis parvis parce aspersis, circa 9 mm. longis et 8 mm. crassis, carpellis intra calycem dense tomentosis, superne latitudine tota et deorsum sensim angustiore media parte longe infra medium inter se liberis. — Polline pro maxima parte e granulis minutis tabidisque constituto, est tamen planta evidenter homozygotica, seminibus sua sponte propagata notas characteristicas servans. Verisimiliter in Norvegia e *Sorbo fennica* (L.) Fr. evoluta est, quacum praeter alias notas antheris roseis et magnitudine florum congruit. Inter *Sorbum arranenses* Hedl. et *S. fennicam* est nonnullis notis quasi intermedia, ab utraque foliis angustioribus sepalis elongatis et dense tomentosis differt. A *S. fennica* differt insuper foliis subtus densius tomentosis, eximie acutis, minus profunde partitis et ad basin non pinnatis, stylis saepius 2 quam 3. A *Sorbo minima* (Ley) Hedl. (foliis sat parvis, breviter lobatis, fructibus minutis et globosis, stylis tribus distincta), quacum semel comparata fuit (Hedlund, Monogr. d. Gatt. Sorbus, p. 62), longius distat.

Tomma: især under Langaasen nær Husby, hvor den først blev opdaget av A. Blytt, og hvor jeg august 1909 bemærket flere teml. hoie, sparsomt fruktificerende træer. Senere har jeg sammestedsfra fåat mig tilsendt saavel blomstrende skud som fuldmodne frugter. Blomsø i Alstahaug pgd., en buskformig samling av flere smaa træer med en netop avblomstret gren (aug. 1908). A. Blytt, som ogsaa har fundet denne form ved Værholmen i Sogn, antok den at staa imellem *S. fennica* og *S. intermedia*, se A. Bl., Norg. Fl. p. 1135.

S. Aria (L.) Cr. **salicifolia* Myrin. I kalkur ovenfor Nordvikens kapel paa Donna (buskformig samling av smaa sterile træer). Luro: et par mindre træer (hvorav et blomstrende) under en klippeskrænt nær Lurogaard. Nordgrænse.

Filipendula Ulmaria (L.) Maxim. Alm. paa enger og i lier, til birkegrænsen (Jonsokgræs).

Rubus idaeus L. Alm. i gran- og birkebeltet, i urer. I Bustneslien i Nordranen med hvite (eller gule) bær ifølge Heltzen (vistnok f. *chlorocarpus* Krause).

R. saxatilis L. Torre berg og krat, alm., til op i vidjebeltet.

R. arcticus L. Krat. Hatfjelddalen: Susendalen: ved Mikkelfjord, ved foten av Susenfjeld (Thomle); mellem Linerud (øst for Favnvand) og riksgrænsen.

R. chamaemorus L. Myr, alm.

Fragaria vesca L. Torre bakker, alm. i granbeltet. Øvre Vefsen (særlig Klovjemo) og tildels Susendalen berømt for sine jordbær.

Comarum palustre L. Sumpige steder, alm., til op i vidjebeltet. (Kraakfot.)

Potentilla Anserina L. Især ved strandkanter, alm.

P. norvegica L. Alsten og Ranen (M. N. Blytt, iflg. Heltzen).

P. nivea L. Kalk og skifer i vidje- og lavbeltet. Ørnefjeld og Nesnafjeld samt paa Handnesøen (A. Blytt).

P. argentea L. Torre berg. Alsten og Ranen (M. N. Blytt). Vikholmen (Heltzen). Lurø (J. Dass). Under Dolstadaasen i Vefsen.

P. verna L. Torre bakker og berg, alm., til op i vidjebeltet.

P. erecta (L.) Hampe. Torre bakker og paa torvmyr, alm., til op i vidjebeltet. (Turmansrot, Turmantil.)

Sibbaldia procumbens L. Grusede steder tilfjelds, fra birke- til lavbeltet. Alsten: Breitind. Dønna: Dønmanden. Lurø. Alm. paa fastlandets fjelde.

Geum rivale L. Fugtige enger og lier, op over vidjegrænsen.

G. urbanum L. Krat og urer. Alsten: Skei. Dønna: Solbjerg. Lurø: op for hovedgaarden. Vefsen: ved Bjørnaavand og under Dolstadaasen. Mo (A. Blytt), f. eks. i Hammernesflaagene nord for Langvand. Brendberget og Børresteinli ved Hemnes samt Hammerø i Nesna (A. Blytt).

G. intermedium Ehrh. Solbjerg paa Dønna med foreg.

Dryas octopetala L. Karakterplante for kalken og skiferen paa øene fra søen op i lavbeltet. Paa følgende øer oftest ned til søen: Alsten (ved Hellesvik, Skjeggnesnæs og i Soviskaret), Blomsø, S. Herø, N. Herø, Offersø, Bærø, Haltø, Løvø, Rødø, Dønna (mangesteds ned til søen), Slapøen (oppe paa fjeldet), Tomma og ellers paa øene utenfor Ranenfjorden (A. Blytt), Onoen, Alderen, Lurø paa fjeldet (Heltzen). Fra fastlandet kan anføres: Vefsen: Trangskaret op for Mosjøen, paa kalken ved Store Bjørnaavand og Ravatnet; Grønfjeld mellem Stavasdalen og Svenningdalen; Knæene under Brurskanken; Kveldtuva mellem Mosjøen og Elsfjorden; under Kapfjeld mot Fiplingdal, men ei bemerket ellers paa skræntene av Børgfjeld

mot Fiplingdalen. Hatfjelddalen: Hatten; Borgefjeld mot Susendalen hist og her; alm. paa fjeldene paa østsiden av Susendalen, i Skarmodalen og paa Unkervandsfjeldene til under Rotfjeld. I mængde paa skifer- og kalkfeltene ved Røsvand, saaledes paa vestsiden: Apfjeld (Oksaal), Ørefjeld, Akslen og Grandkonefjeld, Jorentind; paa østsiden: Olfjeldkleppen, Hjartfjeld, Akfjeld, Brakfjeld, Varnfjeld; fjeldene syd for Krutvand, Raumaalingen vest for Tustervand. Paa fastlandet i Aldersundet i Luroy pgd.: Aas-aasen ned til faa meter over havet, Klubben, ved Vasvatnet. Fransvikfjeldet i Sjonenfjorden. Stornibba inderst i Sjona. Nesnafjeldene (A. Blytt). Mo: alm. paa kalkpartiene i fjeldene syd for Svartisen (saaledes paa Storstind, Burfjeld, i Hammernesflaagene, henimot Rausandaksla ved elven, Rundtind) og imellem bræpartiene (Marstrander), fjeldene i Dunderlandsdalen (A. Blytt); ved Tervandet (Heltzen), under Rødfjeld, Ø. Mofjeld og Klubben nær Umbugten fjeldstue. Korgen: Maaltind i Bjerkadalen, fjeldene i Lerskardalen (A. Blytt), Rundtind, Anders Larsafjeld og Slegda.

Sammen med den typiske form fandtes baade paa Pantdalsfjeld i Susendalen og paa Aas-aasen mot Aldersundet i Luroy en yterst eienommeligg form: floribus parvis, semi-apertis, sepalis sublinearibus, petalis ochroleucis fere aequilongis (v. *ochroleuca* mihi).

Alchemilla vulgaris L. (coll.) (Marimynthe). Enger, bakker og skoglier, til op i vidjebeltet. Det indsamlede materiale, der er gjennemgaaet av amanuensis dr. Hj. LINDBERG, Helsingfors, omfatter følgende underarter:

**acutidens* (Buser). Enger, marker og lier, alm. saavel paa øene som paa fastlandet til de indre fjeldtrakter, op i vidjebeltet.

**alpestris* (Schm.). Som foreg., men langt sjeldnere og gaar kun op i birkebeltet.

**glomerulans* (Bus.). Fjeldtrakter alm., fra birkebeltet op til vidjegrænsen.

**minor* Huds. (*filicaulis* f. *vestita* Bus.). Især i mængde paa kalk og sand i de ytre lavere trakter.

v. *filicaulis* (Bus.) Lindb. Især paa tør mark, teml. alm. saavel ute ved havet som paa fastlandet, hvor den gaar op næsten til birkegrænsen,

**pubescens* (Lam.). Paa kalk og sand, spredt ved veien mellem Fokstad og Fellingfors i Vefsen samt ved Sandnessjøen. Nordgrænse.

**subcrenata* (Bus.). Enger og veikanter, næsten i havets nivaa. Sandnessjøen paa Alsten. Halsø nær Mosjøen. Mo i Ranen (stud. L. Meyer).

A. alpina L. Tørre bakker og berg, alm. til op i lavbeltet.

Rosa glauca Vill. Krat, teml. alm. paa øene, sjeldnere paa fastlandet.

Det indsamlede materiale er af lektor dr. S. ALMQUIST henført til:

virens (Wg.) **Normaniana* At. n. subsp., a **venosa* Sw. *distincta* foliolis dilute viridibus, parte apicali elongata marginibus rectis, profunde serratis dentibus rectis a basi latiuscula aequaliter attenuatis usque ad apicem acutum, aculeis vulgo rectis porrectis nonnullis fere setiformibus. Tjøtta; Sandnessjøen og Søvikskaret paa Alsten; Aakvik, Nordviken, Solfjeld og Dønnesfjeld paa Dønna; Tomma; Dolstadaasen i Vefsen.

**dinota* Mts. Løvøen i Tjøtta pgd.

**Dahlia* At. n. subsp.: foliola pure viridia, glabra, firma, ovata, basi \pm late rotundata, remotissime acute haud profunde patenter duplicato-serrata, dentium apicibus elongatis porrectulis; sepalorum foliola elongata, saepe pauci-laciniata; colores omnium partium saturati. S. Aakvik paa Dønna¹.

glauca (Vill.) **uncigera* At. N. Herø; Sauøen ved Husvær.

**connivens* At. v. *araea*. Alstahaug.

**ovatidens* Mts. Trænstaven. Ravnaa i Mo.

**cuneatula* At. Trænstaven. Onøen.

**prolatula* At. & Mts. f. *porrecta* Mts. S. Herø og Tenna.

**laevigata* Winsl. Dønnesfjeld og Kammene paa Dønna.

**inserta* Mts. Prestøen i Alstahaug pgd.

**rubea* Mts. S. Herø.

R. mollis Sm. Som foreg., men synes at være almindeligere, saavel paa øene som i fjordegnene; varieteten med glatte blader, *scandinavica* At. & Traaen (*glabrata* A. Bl. N. Fl., non Fr.) fleresteds, saaledes paa Alsten (Sandnessjøen, Alstahaug), Husvær, Dønna (f. eks. Nordviken, Aakvik, Dønnesfjeld), Tomma, Onøen, Lurøen; Hammernesflaagene i Mo; en form, der nærmer sig f. *fallax* A. Bl. ved Solfjeld paa Dønna.

R. cinnamomea L. Paa kalk. Alsten (M. N. Blytt iflg. Heltzen); mellem Hellesvik og Skjeggnes. Vefsen: i krat ved Mosjøen, saasom i mængde under Dolstadaasen, ved Store Bjørnaavand samt i mængde ved veien mellem Fjeldbækmo og Kløvjemo. Susendalen (Thomle og Fridtz), f. eks. ved Nerli.

¹ Til samme subsp. henfører A. eksemplarer, der tidligere er samlet av mig paa Holberget i Hustad i Romsdal (1895), Ytre Holmedal og Gjølandsfjord i Søndfjord (1897), Forde i Aalfoten og Guldskaaene i Daviken, Nordfjord (1897).

Leguminosae.

Anthyllis Vulneraria L. Tørre bakker og berg, ei sj. paa kalk og skifer paa øene og i lavlandet paa fastlandet, saaledes paa: Løvoen, Bærøen, Offersø, S. og N. Herø, Tenna, Alsten (f. eks. ved Sandnessjøen, Søvik og Skjeggnes), Dønna (mangesteds, f. eks. Nordviken, Nordo-vaagen, Dønnes), Slapø, Tomma og andre oer utenfor Ranenfjorden (A. Blytt), Alderen, Onøen, Sanna (især i mængde paa sand under Trænstaven), Dørvær, Selvær, paa fastlandet ved Aldersundet i Lurøy, i Vefsen og Mo mangesteds. Tilfelds undertiden over trægrænsen paa kalk og skifer, saaledes i Vefsen paa Øifjeld og Grønfjeld (mellem Stavasdalen og Syenningdalen), mellem Græsvand i Korgen og Store Uman paa svensk side, paa Aas-aasen og Klubben ved Aldersundet og vistnok i Lerskar- og Dunderlandsdalen (A. Blytt).

Melilotus arvensis Vallr.: Mo, tilfeldig (stud. L. Meyer).

Trifolium repens L. Tørre enger og bakker, alm., næsten til birkegrænsen. (Kvitkolle.)

T. pratense. Som foreg. i de lavere egne. (Raukolle.)

Lotus corniculatus L. Enger, urer og fjeldlier, alm.; undertiden op i vidjebeltet. (Tiriltunge.)

Astragalus alpinus L. Foretrækker skifer og kalk. Vistnok sj. paa øene (Hugla, A. Blytt), men ei sj. paa fastlandet fra birkebeltet til op i lavbeltet, paa berg og ved elvbredder. Vefsen: Halsøy ved Mosjøen, elvbredde nedfor Øifjeldet i havets nivaa (Norman); Storveiskaret og Kapfjeldet mot Fiplingdalen. Hatfjelddalen: Hatten, fleresteds i Susendalen saavel nede i dalen som paa fjeldene (f. eks. ovenfor Mikkelfjord og paa Pantdalsfjeld), fjeldene ved sydenden av Røsvand saasom Ørefjeld og Krutfjeld (her ogsaa f. *dilutus* Norm.) og i det hele teml. alm. i Røsvandstrakten. Aas-aasen ved Aldersundet, næsten ned til søen. Hemnes, likesaa (A. Blytt). Fransvikfjeldet ved Sjonenfjorden. Mo: mangesteds i traktene nord for Langvand, saavel utover til Storvastind som indover til Rundtind, Dunderlandsdalen til ned i granbeltet (A. Blytt). Korgen: Rundtind, Slegda, Anders Larsafjeld; Lerskardalen (A. Blytt).

A. oroboides Hornem. Bakker og lier, paa kalk og skifer. Oftest i birke- og vidjebeltet. Vefsen: Ravatnet, Ravasenget og ved Lille Bjørnaavand (i granbeltet). Øverst paa Kveldtuva mellom Mosjøen og Elsfjorden. Roksliden ved Hemnes (M. N. Blytt). Hatfjelddalen: under Hatten; Nelli-fjeld; Susendalen: teml. alm. nede i dalen ved elven, f. eks. ved Nerli og i Ørjedalen samt nær Mjølkelvens og Loipskarelvens fællesmunding (Stav), Sletfjeld (Sig. Thor), under Akslen ved Tustervand; Varnfjeld paa Rø-

vandets østside. Korgen: Anders Larsafjeld ved Bleikvandet, sparsomt øverst paa fjeldet, Svalvasvand mellem Lukkindene og Korgen (Oksaal), Grønfjeld, Tverfjeld og Dugurmaalshaug i Lerskardalen (A. Blytt). Mo: ovenfor Selfors i granbeltet og paa Dugurmaalshaug ved Dunderland (A. Blytt), Klubben og Østre Mofjeld nær Umbugten fjeldstue.

A. frigidus (L.) Bunge. Øverst i vidjebeltet paa skifer eller kalk. Mo: Haukenæs fjeld i mængde til 700 m. (Kaalaas). Østre Mofjeld og i traktene ved Klubben nær Umbugten fjeldstue; ved Tverrvandet (Heltzen). Kveldtuva mellem Mosjøen og Elsfjorden med foregaaende.

Oxytropis lapponica (Wg.) Gay. Grusede fjeldvidder i vidje- og lavbeltet. Ørnefjeld og Nesnafjeld (A. Blytt). Klubben ved Aldersundet. Hatfjeldsdalen: Susendalen »teml. alm.« (Thomle), f. eks. Sommerfjeld og Pantdalsfjeld i mængde; Unkervandsfjeldene henimot Rotfjeld spredt; Arefjeld i Skarmodalen; Grandkonefjeld ved Tustervand; Krutfjeld og Varnfjeld øst for Røsvand; Mo: Storstind og Burfjeld syd for Svartisen; Krutvasrøddiken; Dunderlandsdalen paa Dugurmaalshaugen, Rødfjeld, Bjellaanesfjeld og Bredekfjeld (A. Blytt), Klubben og Østre Mofjeld inde ved Umbugten. Korgen: Maaltind i Bjerkadalen; Lerskardalen paa Skarhogen og Tverfjeld, hvorfra den gaar ned i birkebeltet i Lerskarbotn og ved foten av Tverfjeld, 6–800' (A. Blytt); Slegda nord for Bleikvandet. Kveldtuva mellem Mosjøen og Elsfjorden.

Lathyrus maritimus (L.) Bigel. Ranen (M. N. Bl.). Nordfjorden og Pollen inderst i Sjona; angaves ogsaa at skulle vokse ved Kvalnes i Sørfjorden.

L. pratensis L. Enger og lier, hist og her i de lavere trakter.

L. vernus (L.) Bernh. Krat og urer. Synes at foretrække kalk. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Skei og i Søvikskaret. Bæro og Rødo. Tomma. Tømmervik og Lelandsaasen i Leirfjorden. Vefsen: under Dolstadaasen, Moaasen, Øifjeld og ved Lille Bjørnaavand. Børresteinli ved Hemnes (A. Blytt).

Vicia silvatica L. Krat og urer, teml. alm. saavel paa øene som paa fastlandet i de lavere trakter.

V. sepium L. Som foregaaende.

V. Cracca L. Som foregaaende, men desuten ofte paa strandkanter og op i birkebeltet. (Værfloke, Muserter.)

Geraniaceae.

Erodium cicutarium (L.) L'Herit. Korgen: Skresletten i Lerskardalen (Heltzen).

Geranium sylvaticum L. Enger og lier. Alm. til vidjegrænsen. (Blaahanagull.)

G. pratense L. Helgeland, uten nærmere lokalitet (Bl. Norg. Fl. s. 1104).

G. Robertianum L. Urer og krat, oftest paa kalkgrund. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. mellem Søvik og Alstahaug samt ved Skei. Rødø. Dønna: ved Aakvik og Solfeld. Sj. paa oene utenfor Ranenfjorden (M. N. Blytt), f. eks. Tomma. Lurø. Alderen mot Aldersundet. Ved Olvikvandet paa fastlandet ved Aldersundet. Mo: Hammernesflaagene paa nordsiden av Langvand. Vefsen: under Øifjeld og i Dolstadaasen.

Geranium pusillum L. Dønna: Donnes, i haven tilfeldig.

Linaceae.

Linum catharticum L. Tørre bakker og strandkanter, teml. alm. paa oene. Vefsen: ved Mosjøen og under Dolstadaasen, Leirfjorden og Meisfjorden. Borresteinli ved Hemnes (A. Blytt). Ranen (M. N. Blytt): Hammernesflaagene og ved Ravnaa nord for Langvand i Mo.

Oxalidaceae.

Oxalis Acetosella L. Skog og krat, alm. i de lavere trakter. (Tostegræs, Duekløver, Ranen iflg. Heltzen.)

Polygalactaceae.

Polygala vulgare L. Tørre bakker og lyngmark, teml. alm. paa oene, især paa kalkgrund. Leland i Leirfjorden. Meisfjorden. Nesna (M. N. Blytt).

Euphorbiaceae.

Euphorbia Helioscopia L. Akker, ei alm. paa oene. Ranen (M. N. Blytt). Vefsen.

Mercurialis perennis L. Især i hasselkrat. Alsten: ved Skei i mængde som bundgræs med *Asperula* i hasselkrattet. Tro paa Løvøen. Bæro. Meisfjorden flersteds i mængde, især i hasselkrat, saasom ved Krokvik, Ytterenget og Baatsto. Leirfjorden: Lelandsaasen. Nordgrænse.

Callitrichaceae.

Callitriche verna Kütz. I ferskvand og paa fugtig jord, alm. i de lavere trakter.

C. polymorpha Lönnr. Som foreg. (A. Blytt).

C. autumnalis L. Korgen (A. Blytt).

C. stagnalis Scop. Trænen: Hikelen, Huso, Sanna (J. Norman).

Empetraceae.

Empetrum nigrum L. Lyngbevoksede steder til op i lavbeldet, alm. (Krok.)

Balsaminaceae.

Impatiens Noli tangere L. Fugtige skyggefulde steder i de lavere indre trakter paa fastlandet, ei alm., f. eks. i Vefsen, Korgen (f. eks. Mula, iflg. Heltzen), Hemnes indover til Mo (A. Blytt).

Hypericaceae.

Hypericum hirsutum L. Tørre krat og urer i de laveste trakter, ei alm. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Skei, Husmo og i Søvikskaret. Tjøtta. Bærø. Dønna, fleresteds (f. eks. Skar nær Aakvik, Nordviken, Solfjeld, Dønnesfjeld). Meisfjorden. Leirfjorden. Ved Hemnes fleresteds (Heltzen, A. Blytt). Nesna: under Nesnafjeld og ved Hammerø (A. Blytt). Ved Olvikvandet i Aldersundet. Liene ovenfor Silavandet ved indløpet til Sjøna. Vefsen: Dolstadaasen og ved Store Bjørnaavand.

H. perforatum L. Urer ved Skei paa Alsten (herfra allerede anført av Heltzen) og under Dønnesfjeld. Nordgrænse.

H. quadrangulum L. Urer og lier, sj. Rødø: mellem Aasen og Rødøgaard. Lurø: liene op for gaarden. Alderen fleresteds, f. eks. Ørnesset, Stuvland og mot Aldersundet. Aldersundet paa fastlandet: ved Bratland og Aas. Mo: Selforsfjeld (A. Blytt), Hammernesflaagene. Hammerø ved Nesna.

H. pulchrum L. Hemnes og Lurø (Heltzen). Tvilsom angivelse.

Violaceae.

Viola palustris L. Fugtige steder, alm. til op i vidjebeltet.

V. epipsila Ledeb. Som foreg., hist og her til op i birkebeltet.

V. umbrosa (Wg.) Fr. Alsten og Ranen (M. N. Blytt og Heltzen).

V. mirabilis L. Krat i de lavere trakter, oftest paa kalk. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. paa kalkklipperne ved Søvik (J. Norman), ved Husmo, Skei og i Søvikskaret. Dønna: Nordviken. Vefsen: hyppig i aasene ved Mosjøen, fra Dolstadaasen til Store Bjørnaavand, ved Fellingfors. Hatfjeldalen (Fridtz), f. eks. ved Sordalen paa Røsvandets østside. Mo: Hammernesflaagene og Ravnå nord for Langvand; teml. alm. paa kalken i granbeltet fra Mo opover Dunderlandsdalen til Dunderland (A. Blytt).

V. biflora L. Fugtige krat og under klippevægger, alm., til op over vidjegrænsen.

V. Riviniana Rehb. Krat hist og her (»teml. alm.« A. Blytt) i de lavere trakter. Alsten (f. eks. Sandnessjøen). Dønna (f. eks. Nordviken, Solfjeld). Vefsen: Dolstadaasen, Øifjeld. Ranen (M. N. Bl. in herb.).

V. canina L. Krat og tørre berg, alm. til birkegrænsen, især i fjeld-
lier som **montana* (L.).

V. tricolor L. Tørre enger og bakker, teml. alm. paa øene og ind-
over til Vefsen og Mo i de laveste trakter; **arvensis* (Murr.) som ugræs
i akre og haver.

Thymelaeaceae.

Daphne Mezereum L. Skyggefulde steder, hist og her i de lavere
trakter, oftest paa kalk. Vefsen: under Øifjeld, i Dolstadaasen, Ravatnet
og ved Store Bjørnaavand; angaves ogsaa at skulle forekomme i Fipling-
dalen. Hatfjelddalen: flersteds, f. eks. ved veien til Valmaasen og i Susen-
dalen (ved Trallerud til ca. 470 m. o. h., Thomle), under Akslen ved Tuster-
vand og ellers ei sj. i Røsvandstraktene, hvorfra den allerede av Heltzen
anføres som almindelig. Hemnes: Børresteinli (A. Blytt). Brenbergli og
Sund samt Nedre Leiren i Korgen (Heltzen). Mo: Hammernesflaagene og
ellers flersteds i traktene syd for Svartisen (indover til Glaamdalen, iflg.
Marstrander), fra Selfors teml. alm. op igjennem dalen til Dunderland
(A. Blytt). Benævnes alm. Tived.

Elaeagnaceae.

Hippophae rhamnoides L. Paa kalkgrus. Alsten: Strandaasen nær
Sandnessjøen. Leines ytterst i Meisfjorden. Løvønisset i Tjøtta.

Oenotheraceae.

Epilobium angustifolium L. Braater, urer og lier, alm., op til birke-
grænsen. (Bjønguppel.)

E. montanum L. Krat og urer, teml. alm. i de lavere trakter, op i
birkebeltet.

E. collinum Gmel. Tørre berg og urer, ei sj., til birkegrænsen.

E. anagallidifolium Lam. Fugtige steder overst i vidje- og lavbeltet,
ei sj., saavel paa øene (Breitind paa Alsten, Dønmanden, Aldertind) som
især paa fastlandet.

E. lactiflorum Hausskn. Som foreg. fra birkebeltet op i lavbeltet,
teml. alm.

E. Hornemannii Rehb. Som foreg.

E. Hornemannii \times *E. lactiflorum*. Hatfjeld: Jofjeld og Buksfjeld i
vidjeliene langs grænserydningen.

E. alsinifolium Vill. Ved bækker og kilder, ei alm., undertiden nede
i lavlandet, f. eks. ved Aakvik og mellem Hagen og Breiviken paa Donna
ned til søen, paa Luro, ved Vasvatnet paa fastlandet ved Aldersundet,

ved Breivik og Sjaavik ved Røsvandet; ellers hist og her i fjeldliene til inderst i Hatfjelddalen og Mo.

E. palustre L. Myr, alm., til over birkegrænsen.

E. davuricum Fisch. Fugtige steder i fjeldliene. Vefsen: Klubvand nær Oksendalen, ved Kløvjemo, under Hjortskarmostølen i Svenningdalen. Hatfjelddalen ei sj., f. eks. under Hatten, Nellifjeld, Pantdalsfjeld, Sletfjeld. Laupskartfjeld, ogsaa nede i dalene, f. eks. nær Mikkelfjord i Susendalen, nær Sjaavik ved Røsvandet. Mo: Bjellaanesfjeld (A. Blytt), Ø. Mofjeld inde ved Umbugten.

Circaea alpina L. Fugtig løvskog, ei sj. i de lavere trakter fra øene indover til Øvre Vefsen, Korgen og Mo.

Halorrhagidaceae.

Hippuris vulgaris L. Smaavand, teml. alm. i de laveste trakter paa øene og i Vefsen. Mo: inde i Dunderlandsdalen, hvor den paa Bjellaanesfjeld gaar op i birkebeltet (A. Blytt).

Myriophyllum alterniflorum DC. Smaavand og torvgraver, alm. paa øene og flersteds i de laveste trakter av Vefsen og Korgen.

Umbelliferae.

Acgopodium Podagraria L. Ugræs i haver, ei alm.

Carum Carvi L. Tørre enger og bakker, alm., til op i birkebeltet.

Pimpinella Saxifraga L. Tørre bakker og urer, teml. alm. paa øene, ved Mosjøen og i Mo. (Tandpinerot.)

Heracleum sibiricum L. S. Herø paa engene.

Ligusticum scoticum L. (*Haloscias* sc.). Strandkanter, teml. alm.

Angelica silvestris L. Skog og fjeldlier, teml. alm., til op i vidjebeltet. (Gjetlur, Skogstut.)

A. Archangelica L. Fjeldlier, alm., til vidjegrænsen. (De nedre blade og den unge stengel benævnes kvan, den utvoksne stengel med den øvre bladskede sløik).

A. litoralis Fr. Strandkanter, teml. alm., især paa øene.

Anthriscus silvestris (L.) Hoffm. Enger og lier, alm., til op i birkebeltet. (Hundkarve.)

Cornaceae.

Cornus suecica L. Lyngbevoksede steder, alm., til over birkegrænsen.

Pyrolaceae.

Pyrola minor L. Skog og blandt lyng, alm., næsten til vidjegrænsen.

P. media L. Som foreg., men langt sjeldnere, op i birkebeltet. Tomma (A. Blytt). Klippingvaag paa Stigen. Onøen. Hammerø ved

Nesna (A. Blytt). Leland i Leirfjorden. Moaasen ved Mosjøen. Mo: nær Ravnaa nord for Langvatnet, under Brunstadtind i Svartisdalen, Dunderland og Messingen i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

P. rotundifolia L. Skog og blandt lyng, alm., til vidjegrænsen og undertiden over denne paa kalk.

P. chlorantha Sw. Moaasen ved Mosjøen med de 3 foreg. og *P. uniflora*.

P. secunda L. Skog og blandt lyng, alm., til op i birkebeltet.

P. uniflora L. I granregionen, ei sj. i Vefsen, Hatfjelddalen, Hemnes, Korgen og Mo.

Ericaceae.

Phyllodoce coerulea (L.) Bab. Skog og lyngmark, alm., fra birkebeltet op i lavbeltet, især i de indre trakter (ut til Hemnes i granbeltet, Heltzen og A. Blytt).

Azalea procumbens L. Tor lyngmark, alm., fra søen op i lavbeltet.

Arctostaphylos uva ursi (L.) Spreng. Tørre berg, teml. sj. Vistnok især paa kalkholdig underlag. Alsten (ved Sandnessjøen). Dønna, f. eks. i Nordviken. Rødøfjeld (paa serpentin). Øene utenfor Ranenfjorden (A. Blytt). Ranen (M. N. Blytt, ei set av Heltzen). Mo: Ravnaa og Hammernesflaagene nord for Langvand, Bredekfjeld og Dugurmaalshaug i Dunderlandsdalen i vidjebeltet (A. Blytt), Ø. Mofjeld ved Umbugten fjeldstue. Olfjeldkleppen nordøst for Røsvandet.

A. alpina (L.) Spreng. Tørre heier, alm., til op i lavbeltet. (Bjørnbær.)

Andromeda polifolia L. Myr, alm., til op i birkebeltet.

A. hypnoides L. Fjeldvidder. Alsten (M. N. Blytt, f. eks. Breitind, paa de Syv Søstre av M. N. Blytt og Moe, iflg. Heltzen). Dønmanden paa Dønna. Alm. øverst paa fjeldene i de indre trakter.

Vaccinium vitis idaea L. Skog og heier, alm., til op i lavbeltet. (Tyt.)

V. uliginosum L. Især paa litt fugtige steder i skogtrakter, alm., til vidjegrænsen. (Blok bær.)

V. Myrtilus L. Skog, alm., til vidjegrænsen. (Blaabærris.)

V. Oxycoccus L., maaske kun **microcarpus* (Turcz.) J. D. Hook. Myr, alm., til op i birkebeltet. (Myrbær.)

Erica Tetralix L. Ranen (M. N. Blytt, »iflg. en tvivlsom Angivelse« A. Blytt, Norg. Fl. 845, nemlig iflg. Heltzen, smlg. s. 8—9 ovfr.).

Calluna vulgaris (L.) Hull. Ufrugtbare steder, alm., til op i vidjebeltet. (Buelyng.)

Diapensia lapponica L. Alm. fra det øverste av birkebeltet til op i lavbeltet. Paa øene undertiden ned til søen.

Primulaceae.

Primula veris L. Skaalvær (indplantet i haven fra utmarken). Dønna: Aakvik, paa eng (Andrea Bech-Hanssen). Vefsen: Kulstadbakken (O. Aabakken), Fokstad paa eng, vistnok indført.

P. scotica Hook. Fugtige skiferklipper og kalkberg, teml. alm. i lavlandet paa øene, saasom paa Alsten, Blomsø, Prestø, Husvær, Tenna, S. Herø, Offersø, Dønna (allerede av Heltzen angit for Dønnes), Tomma, Finkona og Handnesø (A. Blytt), Onøen samt Selvær. Rokslie ved Hemnes (M. N. Blytt). Mo: Storfjeld og Burfjeld nord for Langvandet til over birkegrænsen, likesaa paa Rødfjeld i Dunderlandsdalen samt paa Tverfjeld i Lerskardalen i Korgen (A. Blytt). Hatfjelddalen: ved Mikkelfjord; Varnfjeld v. for Røsvand og Jørentind mellem Tustervand og Røsvandsbugten i lavbeltet.

P. stricta Horn. Vefsen: Øifjeldet ved Mosjøen, juni 77 (J. Norman in herb., men ei nævnt i hans avhandling).

Naumburgia thyrsiflora (L.) Rchb. Ved bækker, grøfter og vandbredder, sj. Vefsen: saasom nær Mosjøen og ved Blankkjøn nær Fokstad. Meisfjorden: Ulvangen. Mo i granbeltet (A. Blytt). Allerede av Heltzen angit for Eitera i Dunderlandsdalen.

Trientalis europaea L. Skog og krat, alm., til op i lavbeltet.

Glaux maritima L. Strandkanter, alm., til bunden av fjordene.

Plumbaginaceae.

Statice Armeria L. Strandkanter, alm.

Gentianaceae.

Gentiana campestris L. Enger og bakker, alm. i de lavere trakter paa øene og fastlandet.

G. Amarella L. Især paa litt fugtige strandkanter, ei sj. ute paa øene, saasom paa Alsten, Blomsø, S. Herø, Offersø, Tenna, Dønna, Slapø, Vandved, Aasvær, Tomma, Onøen, Husø i Trænen, Dørvær, N. Solvær. Vefsen: ved Mosjøen og under Dolstadaasen ved Skihytten nær Andaas. Sjøna: Sjonbotnet. Ranen (M. N. Blytt, iflg. Heltzen).

G. aurea L. Strandkanter, teml. alm. paa øene like fra Rødø i Tjøtta til Husø i Trænen og Dørvær. Ved birkegrænsen paa Nesnafjeld (A. Blytt) og over denne i kalkgrus paa Aas-aasen i Aldersundet.

G. detonsa Rottb. (*G. serrata* Gunn.). Strandkanter hist og her paa øene, saaledes paa Rødø i Tjøtta, S. Herø, Dønna (f. eks. mellem Stavsengvik og Titternes), Store Engholmen i Aasvær, Løkta (A. Blytt), Tomma. Mellem Sjonbotnet og Myklebostad inderst i Sjonenfjorden.

G. nivalis L. Vistnok sj. og kun i faa individer paa kalken paa øene, saaledes ved Søvik paa Alsten, under Donnesfjeld paa Donna, under Alder-tind og mot Aldersundet paa Alderen. Hist og her paa fastlandet fra de lavere egner til vidjegrænsen, saaledes paa Aas-aasen og under Vastind ved Aldersundet, ved Bleikvasli (iflg. Heltzen), Slegda og Anders Larsa-fjeldet samt i Lerskardalen (fra dalbunden til vidjegrænsen, A. Blytt) i Korgen, Hemnes (fl. st. iflg. Heltzen), ved Ravnaa og Hammernes nord for Langvandet samt i Dunderlandsdalen (fra dalbunden ved Almeli op til vidjegrænsen, A. Blytt) og paa Ø. Mofjeld og Krabfjeld nær Umbugten i Mo, samt ei sj. i Vefsen og Hatfjelddalen saavel nede i dalene (f. eks. ved Bjørnaalien og Fokstad samt mellem Hallingen og Lille Fiplingdal i Vefsen og mangesteds i Susendalen og ved Røsvand, f. eks. ved Sjaavik og Sør-dalen, paa kalk) som oppe paa fjeldene (f. eks. Borgefjeld mot Fiplingdalen, Hatten, Varnfjeld øst for Røsvandet, Sletfjeld og Sommerfjeld i Susen-dalen). (Smaa Blaagull, Ranen iflg. Heltzen.)

G. tenella Rottb. Græsbundne steder med foreg., kun bemerket i Hatfjelddalen, hvor den forekommer i mængde fleresteds nede i dal-bunden i Susendalen (saaledes ved Mikkeljord, Svenskvold og Trallerud), men mere enkeltvis oppe paa fjeldene (f. eks. paa Nellifjeld, Sommerfjeld og Vardhøgda) samt desuten bemerkedes i *Dryas*formationen oppe paa Varnfjeld øst for Røsvandet.

Menyanthes trifoliata L. Sumpige steder alm., til op over birke-grænsen. (Gjetkløv.)

Polemoniaceae.

Polemonium coeruleum L. Urer og lier. Alsten (M. N. Blytt). Svin-holmen ved S. Herø. N. Herø. Tomma (under Tomtinden) og Vikholmen (A. Blytt). Lurø (op for Lurø gaard). Onøen (under Skuta). Lovunden (i Lundeuren). Leland i Leirfjorden. Under Dolstadaasen i Vefsen. Ved Olvikvandet i Aldersundet. Hemnes: Sund (A. Landmark).

Borraginaceae.

Mertensia maritima (L.) Gray. Strandkanter, alm., især paa øene, sjeldnere indover fjordene til Sjona, Nesna (A. Blytt), Mo og Vefsen.

Myosotis caespitosa Schultz. Fugtige strandkanter, ei alm. paa øene (f. eks. paa Donna, Indre Øksningen, Tjøtta, Offersø, øene utenfor Ranen-fjorden (A. Blytt), Lurø, Aasvær). Ranen (M. N. Blytt).

M. silvatica Hoffm. Lier, især i birke- og vidjebeltet, teml. alm. (Fagergull, Ranen iflg. Heltzen.)

M. arvensis (L.) Hill. Torre enger og bakker, alm. i de lavere egner.

Anchusa arvensis (L.) M. Bieb. Vefsen i en aker (Thomle). Dønne-
paa Dønna (i haven).

Lappula deflexa (Wg.) Garcke. Urer og tørre berg, vistnok kun paa
kalk. Vefsen: Alsgaard (Norman), Kløvjemo. Hatfjelddalen: ved Sør-
dalen paa Røsvandets østside; Trallerud i Susendalen (Fridtz). Ranen (M. N.
Blytt): Hammernesflaagene nord for Langvand.

Asperugo procumbens L. Ved Husby paa Tomma (A. Blytt).

Labiatae.

Ajuga pyramidalis L. Tørre bakker og lier, hist og her, til op i
birkebeltet.

Glechoma hederacea L. Ugræs i haver. Hemnes (Heltzen). Mo (stud.
L. Meyer). Dønnes paa Dønna.

Origanum vulgare. Urer i mængde fleresteds ved Langvandet i Mo,
saaledes ved Ytterheien (ml. Ytteren og vandet, A. Blytt), men især paa
vandets nordside paa kalken, f. eks. ved Fiskkjønmoen, under Burfjeld
ned mot Ravnaa, Hammernesflaagene, ved Storsteinli (i uhyre masser); fort-
setter ogsaa opover langs Blakkaaga i urer fra Rufsholm til Asphaugmoen.
Allerede av Heltzen anført for Fuglvik og Hammernes samt Selforsfjeld og
Busteraa i Mo. Skal ogsaa fortsætte paa den anden kant forbi Fiskkjøn-
moen til Glaamdalen og til nordsiden av Storvatnet mot Melfjorden. Nord-
grænse. Benævnes Kongsgræs og indsamles i mængde som salgsvare
til krydderi under navn av timian, hvilket ogsaa Heltzen anfører.

Thymus Serpyllum L. Nesna (M. N. Blytt).

Clinopodium vulgare L. (*Calamintha Clinopodium*). Krat. Solfjeld,
Nordviken og Dønnesfjeld paa Dønna. Hist og her i smaakrat baade i
Ranen og paa øene (Heltzen). Nordgrænse.

Stachys sylvaticus L. Teml. alm. i urer og krat fra øene og indover
til Mo og Hatfjelddalen (til Trallerud i Susendalen, Fridtz). Oftest paa kalk.
Gaar undertiden høit op i birkeliene.

S. paluster L. Ranen og Lurø (Heltzen og M. N. Blytt).

• *Lamium purpureum* L. Ugræs. Øene ei sj.; ved Mosjøen, i Ranen
(Heltzen): Hemnes og Mo (sj., A. Blytt).

L. intermedium Fr. Trænen: Sanna (Norman).

L. amplexicaule L. Øene utenfor Ranenfjorden (A. Blytt).

L. album L. Ranen (Heltzen).

Galeopsis Tetrahit L. Ugræs i akre og paa strandkanter, alm. i de
lavere trakter.

G. speciosa Mill. Ugræs i akre, alm.; f. *purpurea* ved Forsjord i
Vefsen.

Brunella vulgaris L. Enger, alm. i de lavere trakter.

Scutellaria galericulata L. Strandkanter, teml. sj. Dønna: nær Donnes. Risoen og andre øer i Aasvær. Vandved. Stuvland paa Alderen. Ved Hemnes og Mo (A. Blytt, fra sidste sted allerede anført av Heltzen).

Solanaceae.

Solanum Dulcamara L. Ranen (M. N. Blytt).

Scrophulariaceae.

Scrophularia nodosa L. Krat og urer, hist og her paa øene i de lavere trakter, f. eks. ved Skei paa Alsten, Solfeld og Aakvik paa Dønna, Tomma og øene utenfor Ranenfjorden, Lovunden. Spredt paa fastlandet fra Aldersundet (Olvikvand og Bratland) ind til Sjona og Dunderlandsdalen og fra Meisfjorden indover Vefsen (under Dolstadaasen, Øifjeld og ved Store Bjørnaavand).

Linaria vulgaris Mill. Krat og strandkanter, teml. sj. paa øene. Alsten (Alstahaug, Heltzen og M. N. Blytt), Husvær og Skaalvær, Dønna: Solfeld (i krat), Aakvik og Hæstad (ved stranden), Indre Øksningen (i en ur). Lovunden (ved stranden). Trænen (Heltzen). Alderen: Stuvland (ved stranden). Slapo (i en ur). Store Engholmen i Aasvær (ved stranden). Bratland og ved Olvikvandet ved Aldersundet (i krat og urer).

Veronica arvensis L. Lurø (M. N. Blytt, Norg. Fl.).

Veronica serpyllifolia L. Alm. paa litt fugtig grund, til op i birkebeltet; v. *borealis* Læstad. (eiendommelig ved den tættere haarede og kjertelhaarede stengel og de større, mørkere blaa blomster) ved bækker og smaa vand, neppe sj. i birkebeltet i fjeldtraktene, saaledes flersteds i Vefsen (som ved Lille Bjørnaavand, Fiplingdalen indover til Kroken), i Hatfeldtdalen (i Susendalen, ved Krutvand, Varnvand og Favnvand), ved Ravnaa og Rausandaksla syd for Svartisen.

V. alpina L. Fugtige steder i den øvre del av birkebeltet til op i lavbeltet, alm. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. Breitind. Dønna: Dønmanden, Aldertind paa Alderen. Lurøfjeld. Lovunden. Alm. paa fjeldene paa fastlandet, i Mo ned i granbeltet.

V. fruticans Jacq. Karakterplante for kalken og skiferen saavel paa øene som paa fastlandet. Foruten paa øene og ved Aldersundet gaar den ogsaa ned til stranden ved Halsø nær Mosjøen og i Leirfjorden.

V. officinalis L. Skog blandt lyng, alm., op i birkebeltet; f. *glabrata* Fr. Tomma (A. Blytt).

V. Chamædrys L. Tørre bakker og krat, hist og her paa øene og ved Mosjøen. Ranen (M. N. Blytt).

V. scutellata L. Fugtige steder, ei alm. paa øene og i de lavere egner paa fastlandet, indover til Trallerud i Susendalen (Fridtz) og Dunderlandsdalen (A. Blytt).

Euphrasia salisburgensis Funck.¹ Karakteristisk for kalken saavel ute paa øene som især i fastlandets fjeldtrakter fra søen til op i lavbeltet. Alsten: Skjeggnes. Dønna: Glein og Nordviken. Østbø i Alstahaug (i største mængde). S. Herø. Alderen mot Aldersundet. Aas-aasen og Vasvatnet ved Aldersundet, næsten ned til stranden. Halsø nær Mosjøen, næsten ned til søen. Vefsen: ved Ravatnet og Ravasenget; mellem Angermø og Fustvand og ellers fleresteds paa veien til Elsfjorden, baade paa kalken i lavlandet og oppe paa Kvelduva. Hatfjelddalen: Nellijsfjeld, Akslen ved Tustervand og fleresteds paa østsiden av Røsvandet, Raumaalingen paa grænsen mot Vefsen. Mo: meget frodig i Hammernesflaagene og ogsaa ellers paa kalken nord for Langvandet; Østre Mofjeld og ved Akersvatn inde ved Umbugten. Korgen: fleresteds paa kalkfjeldene, saaledes paa Maaltind i Bjerkadalen, Rundtind, Slegda og Anders Larsafjeld.

Mellemform mellem denne og *E. minima* synes at forekomme fleresteds.

E. gracilis Fr. Fugtig lyngmark. S. Herø. Slapø. Onøen. Nordgrænse.

E. latifolia Pursh. Skog og mark, alm., fra søen til vidjegrænsen, fra øene til de indre fjeldtrakter.

E. minima Jacq. Som foreg., men meget variabel og vistnok med bastarder forbundet med foreg. og følg. Paa myr forekommer ofte en meget slank, høi form (v. *palustris* Jørgens.). En om *E. curta* mindende form er v. *subcurta* Jørg. (Dønnes paa Dønna og Slapøen).

E. brevipila Burn. **tenuis* Brenn. Sjeldnere end foreg. og vistnok hyppig bastarderende med disse. Saadanne mellemformer minder iflg. Jørgensen tildels om *E. borealis* Towns. (f. eks. fra Alderen, Selvær, S. Aakvik paa Dønna, ved Fellingfors i Øvre Vefsen).

Bartschia alpina L. Fugtige, litt grusede steder, alm., fra søen op i lavbeltet.

Alectorolophus minor (Ehrh.) Wimm. & Grab. Fugtige enger, alm., til birkegrænsen, som **groenlandicus* (Ostenfeld) neppe sj. i fjeldliene. Til denne form er vistnok at henføre angivelsen av *A. major* for Ranen av M. N. Blytt. (Slaatkall.)

Pedicularis palustris L. Fugtige steder, alm. i de lavere trakter; v. *ochroleuca* Læstad. ved Nedre Fiplingvand i Vefsen.

¹ Hr. overlærer E. JØRGENSEN har velvilligst gennemgaat og bestemt det indsamlede materiale av slekten *Euphrasia*.

P. lapponica L. Fra det øverste av birkeliene til op i lavbeltet paa fastlandet, vistnok alm., særlig i de indre fjeldtrakter.

P. Sceptrum Carolinum L. Myr og elvbredder, alm. i Øvre Vefsen, Hatfjelddalen, Mo og Korgen. (Mjøgull, Ranen iflg. Heltzen.)

Melampyrum pratense L. Blandt lyng, alm., til birkegrænsen.

M. silvaticum L. Som foreg., men synes særlig ute paa øene at være noget sjeldnere og gaar ei saa høit paa fjeldene. Av begge er fjeldformene **typicum* Beck og **laricetorum* (Kern.) de hyppigste.

Lentibulariaceae.

Pinguicula vulgaris L. Myr og fugtige klipper, alm., til op i vidjebeltet; f. *bicolor* Nordst., ovenfor Dunderland i Mo (A. Blytt).

P. alpina L. Hatfjelddalen: Amirfjeldets skraaning ned mot Skarvand nær riksgrensens.

Utricularia vulgaris L. Fustvand ved Mosjøen. Tjern mellem Nerli og Pantdalsli i Susendalen.

U. minor L. Øene utenfor Ranenfjorden (A. Blytt). Hatfjelddalen (Fridtz).

Plantaginaceae.

Plantago major L. Ved veier og beboede steder, alm. i de lavere trakter. (Grorblad.)

P. media L. Alsten og Luro (M. N. Blytt). »Adskillige steder paa tørre steder« (Heltzen).

P. lanceolata L. Ei sj. paa enger og tørre bakker paa øene.

P. maritima L. Strandkanter, alm. til bunden av fjordene.

Rubiaceae.

Galium boreale L. Tørre bakker og krat, alm. i de lavere trakter. Især paa kalk.

G. trifidum L. Ved Mo i granskogen (A. Blytt).

G. palustre L. Fugtige steder, alm., til birkegrænsen.

G. uliginosum L. Som foreg., men sjeldnere paa øene og kun hist og her i Vefsen. Ranen (M. N. Blytt).

Galium triflorum Michx. Urer. Vefsen (Sig. Thor), f. eks. Almdalen nær Fellingfors, iflg. Aug. Heintze. Mo: under Bryggefjeld og Mofjeld samt ved Ytterheien og Almeli (A. Blytt).

Galium Mollugo L. Fokstad i Vefsen paa dyrket eng.

G. verum L. Sandbund. Trænen: Husø og Sanna (allerede av Heltzen anført herfra) samt Søndre Sandø (Norman). Selvær: Gaardso. Lurø (M. N. Blytt).

G. Aparine L. Især paa strandkanter, alm.

Asperula odorata L. Krat, ofte sammen med alm, i de lavere trakter. Alsten: Skei som bundvegetation i hasselkrattene. Alstahaug prestegaards-have som ukrud (Heltzen). Rødø (i Tjøtta): mot Flatøen. Sandakerfjeld paa Løkta (A. Blytt). Lurø (Heltzen). Hemnes: ved prestegaarden (Heltzen). Mo: fleresteds (A. Blytt), f. eks. langs hele nordsiden av Langvandet fra Rufsholm til Fiskkjønmoen (især i mængde i Hammernesflaagene, allesteds sammen med alm). I Almeuren ved Olvikvandet i Aldersundet. Ovenfor Silavandet ved indlopet til Sjona. Hammerø, Brendberget og Børresteinli ved Nesna. Tømmervik ytterst i Leirfjorden i hasselkrat. Vefsen: under Dolstadaasen.

Caprifoliaceae.

Linnaea borealis L. Skog, krat og blandt lyng, alm. i de lavere trakter.

Viburnum Opulus L. Krat, hist og her paa øene, f. eks. Skei paa Alsten, N. Herø, Offersø, Nordviken, Aakvik og Dønnes samt i marken ovenfor Holandstranden paa Dønna, Tomma, Løkta (A. Blytt). Ved Olvikvandet i Aldersundet. Ranen (M. N. Blytt, f. eks. Skravlaa i Elsfjorden iflg. Heltzen). Mo (A. Blytt). Meisfjorden og Leirfjorden. Under Dolstadaasen i Vefsen.

Adoxaceae.

Adoxa Moschatellina L. Alsten (M. N. Blytt).

Valerianaceae.

Valeriana excelsa Poir. (*V. sambucifolia*). Ved bækker og i skoglier, op i birkebeltet, alm.

V. officinalis L. Paa kalk, paa øene (f. eks. ved Skjeggnes paa Alsten) og ved Mosjøen samt i Ranen (A. Blytt). (Vendelrot, »fordi dens rot vender sig i jorden, efter hvad folk siger«, Heltzen).

Dipsacaceae.

Knautia arvensis (L.) Coult. Enger og bakker, teml. sj. Tjøtta (Heltzen). Alsten (M. N. Blytt). Dønna: Aakvik. Blomsø. Lurø (i akeren (Heltzen); mellem Hagen og Lurø gaard paa sandjord nær stranden). Trænen: Husø og under Trænstaven.

Succisa pratensis Moench. Alm. fra øene ind til Hemnes (A. Blytt) og Vefsen. (Dødmandshoved, Ranen iflg. Heltzen.)

Campanulaceae.

Campanula latifolia L. Fugtige krat og lier. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Skei. Tjøtta. Rødø. Donna, f. eks. ved Aakvik og Solfjeld. Handnesø (A. Blytt). Lurø. Vefsen og Hatfjelddalen hist og her, f. eks. under Dolstadaasen, Oifjeld, ved Store Bjørnaavand, i Fiplingdalen, i Susendalen, ved Tustervand. Hammerø ved Nesna og Hemnes (A. Blytt). Inderst i Sjøna: nær Stien. Mo: mangelsteds i traktene nord for Langvandet indover til Glomdalen samt i Dunderlandsdalen (Heltzen og A. Blytt). (Guple.)

C. rotundifolia L. Enger og bakker, alm., til vidjegrænsen.

Lobelia Dortmanna L. I vand. Vefsen (Konow iflg. M. N. Blytt, Norg. Fl. s. 682).

Compositae.

Solidago Virga aurea L. Enger og bakker, alm., til vidjegrænsen.

Aster Tripolium L. Strandkanter. Blomsø. Donna: Aakvik (L. Strømme). Øene utenfor Lurø (Heltzen). Selvær: Gaardso. Dørvær. Store Engholmen i Aasvær.

Erigeron acer L. Som **typicus* Neum. alm. paa tørre bakker og kalkberg i de lavere trakter. Som **rigidus* (Fr.) paa kalken i fjelddalene, f. eks. ved Store Bjørnaavand og Ravatnet i Vefsen, i Hatfjelddalen saasom ved Sjaavik og Sordalen ved Røsvandet, under Hatten og fleresteds i Susendalen (f. eks. Sommerfjeld), i Mo: mangelsteds paa kalken nord for Langvatnet, saasom ved Ravnaa og i Hammernesflaagene; Buksnes i Ranen (M. N. Bl.), fra Ørtfjeldgaardene op gjennom Dunderlandsdalen til Dunderland (A. Blytt). Som **politus* (Fr.) synes former at maatte opfattes fra Susendalen (f. eks. Sommerfjeld) og Fiskkjønmoen nord for Langvatnet i Mo.

E. borealis (Vierh.) Simm. Tørre bakker og berg, især paa kalkbergene paa øene og den ytre kyst, dog ogsaa i fjeldtraktene teml. alm. til op i lavbeltet. Av og til mere eller mindre grenet; f. *leucocephalus* Fr. hist og her.

E. uniflorus L. Teml. alm. paa fjeldene i vidje- og lavbeltet.

Antennaria dioica (L.) Gärtner. Tørre bakker og berg, alm., til vidjegrænsen.

A. alpina (L.) Gärtner. Teml. alm. overste paa fjeldene: Alsten (M. N. Blytt), f. eks. Breitind. Dønmanden paa Donna. Især i de indre fjeldtrakter.

Gnaphalium silvaticum L. Urer og paa kalk. Alderen: mot Aldersundet. Vefsen (f. eks. Øifjeld, Dolstadaasen, ved Kløvjemo). Under Hatten

i Hatfjelddalen (Fridtz). Ved Hemnes, i Korgen og Mo (A. Blytt), f. eks. i Hammernesflaagene nord for Langvatnet.

G. norvegicum Gunn. Lier, op i vidjebeltet, alm. paa fastlandet.

G. supinum L. Grusede steder øverst paa fjeldene, alm. saavel paa øene som paa fastlandet. Undertiden ned i granbeltet.

Achillea Ptarmica L. Vefsen: Alsgaard og Kløvjemo (Thomle), Fokstad. Susendalen: Trallerud. Mo: Hammernes i mængde (oprindelig indført). Lurø. Huse.

A. Millefolium L. Tørre steder, til op i vidjebeltet, alm. undtagen i Mo. (Røllike.)

Matricaria inodora L. Tørre bakker og enger, alm. i de laveste trakter, som **maritima* ofte paa strandkanter. (Sjurgull.)

M. Chamomilla L. Ranen (Heltzen, se dog s. 10 ovfr.).

Chrysanthemum Leucanthemum L. Tørre enger. Dønna: Dønnes, Øyvaagen. Leland i Leirfjorden. Vefsen: ved Mosjøen, under Dolstadaasen samt ved Fokstad. De fleste steder maaske indført.

Tanacetum vulgare L. Krat, oftest i de laveste egne. Alsten (M. N. Blytt), f. eks. ved Skei. Dønna: Solfeld. Løkta (A. Blytt). Vefsen: under Dolstadaasen. Paa fastlandet ved Aldersundet mængstedes, saaledes i urene paa nordsiden av Olvikvandet, ved Bratland og til høit op i birkebeltet under Vastind. Nesna. Brendberget ved Hemnes. (Tansie.)

Artemisia vulgaris L. Ved beboede steder, teml. alm. (Bue.)

Petasites frigidus L. Sumpige fjeldmyrer, ei sj., saaledes i Fiplingdalen i Vefsen, i Susendalen, mængstedes ved Røsvandet like ind til grænsetraktene samt i Lerskardalen i Korgen (A. Blytt), i Svartisdalen og Dunderlandsdalen (iflg. A. Blytt) i Mo. Fra det øvre av birkebeltet op i lavbeltet.

Tussilago Farfara L. Lerede steder, alm., fra søen næsten op til birkegrænsen. (Lerfivel, Hesthov.)

Senecio vulgaris L. Ved beboede steder og strandkanter, alm.

Cirsium palustre (L.) Scop. Fugtige steder. Alsten og Ranen (M. N. Blytt). Paa fastlandet teml. sj. i de laveste trakter, f. eks. i Nedre Vefsen.

C. lanceolatum L. Tjøtta (Gunnerus, se dog s. 10 ovfr.).

C. heterophyllum (L.) All. Fugtige enger og lier, alm., til op i vidjebeltet. (Mariekost, Ranen iflg. Heltzen.)

C. arvense (L.) Scop. S. Herø og Østbo i Alstahaug i akre. Under Trænstaven paa sand.

Carduus crispus L. Akre og ved beboede steder, i de laveste trakter.

Arctium minus Schkuhr. (*Lappa m.*). Ved Skei paa Alsten meget frodig i ur.

Saussurea alpina (L.) DC. Litt fugtige steder, alm., til op i lavbeltet. (Sautunge, Ranen iflg. Heltzen.)

Centaurea Cyanus L. Ugræs i akre ved Mosjoen. Ranen (Heltzen, M. N. Blytt).

C. Scabiosa L. Alsten (M. N. Blytt, iflg. Heltzen). Tjøtta (Heltzen).

Lamprana communis L. Urer. Skei paa Alsten. Dolstadaasen i Vefsen. Nordgrænse som vildtvoksende.

Leontodon autumnalis L. Enger og fjeldlier, alm., op i lavbeltet, hvor især v. *asperior* Wg. (»Kvællkjempe«, Ranen, »fordi den lukker sig mot kvellen« (Heltzen).

Taraxacum (Haarkall). *T. croceum* Dahlst. Alm. især tilfjelds, til op i lavbeltet. Av denne artrike slekt, hvis arter endnu er litet utredet, er forøvrig kun indsamlet et utilstrækkelig materiale, der har været gjennomgaat av H. DAHLSTEDT og er av ham henført til arterne: *T. spectabile* Dt., *T. naevosum* Dt., *T. maculigerum* Lindb. fil., *T. praestans* Lindb. fil., *T. hirtellum* Dt., *T. chrysostylum* Dt., *T. ceratolobum* Dt., *T. campylum* Dt.(?).

Lactuca muralis (L.) Gärtner. Urer. Alsten: Skei. Under Dolstadaasen i Vefsen. Mo: Hammernesflaagene nord for Langvandet. Nordgrænse.

Sonchus arvensis L. Især paa strandkanter, alm.

S. oleraceus L. Ugræs. Alsten og Ranen (M. N. Blytt).

Mulgedium alpinum (L.) Cass. Skoglier, alm., til over vidjegrænsen. (Tort, Tortna.)

Crepis paludosa (L.) Moench. Fugtige krat og ved bækker, alm., til op i vidjebeltet.

C. tectorum L. Ugræs og paa strandkanter; sj. paa øene, men alm. i de lavere trakter, især i de indre deler av fastlandet. Undertiden paa tørre kalkberg, saasom paa Offersø, Bæro og i den nedre del av Vefsen.

Hieracium, ved S. O. F. OMANG¹.

1. Piloselloidea.

H. macrolepideum Norrl. v. *canohirtum* Om. n. v. Folia rubescentia pilis longis valde hirsuta subtus subtomentosa — tomentosa, plurima elongate oblongo-lanceolata, exteriora breviora obtusiora. Scapi 1—2,

¹ OMANG tilføier: „Da jeg ikke selv har hat anledning til at studere de her opstillede nye former i naturen, og desuten det foreliggende materiale for mange av disse formers vedkommende har været meget knapt, tor de opstillede diagnoser i fremtiden komme til at vise sig mangelfulde og bør saaledes kun opfattes som foreløbige.“

Behandlingen av en forholdsvis stor del av det indsamlede materiale har derfor ogsaa maattet henstaa indtil videre. Særlig gjælder dette en hel del *silvaticum*-former.

validi alti erecti, inferne niveo-tomentosi, de cetero subtomentosi — tomentosi, pilis longis numerosis glandulisque solitariis vestiti. Involucrum amplum basi truncato-rotundatum, canotomentosum, pilis longis basi nigricanti apice canescentibus, glandulis solitariis intermixtis, dense hirsutum. Squamae plurimae obtusulae, intimae acutae.

Utmerket ved den lange og tætte haarbeklædning paa alle deler og ved den rike stjernefilt paa skaftene. Hos ingen av de foreliggende eksemplarer, som iøvrig for størstedelen er avblomstrede, forefindes utviklede stoloner, hvorimot bladrosettens bladmengde er øket ved kortskaftede rosetter fra bladhjørnerne. Disses blade er kortere, buttere og tettere hvitfildede end de øvrige blade.

Mo pgd.: Hammernesflaagene ved Langvatnet, i kalkurer.

H. auricula L. Vefsen: ved Kløvjemo, paa kalk. Nordgrænse.

H. hyperboreum Fr. Tjøtta pgd.: Bærø. Alstahaug pgd.: Alsten: Hellesvik, Skjeggnes (M. N. Blytt); Sauoen ved Husvær. Herøy pgd.: Dønna: Kammene ved Nordviken, Kammarken. Nesna pgd.: Dønna: Dønnesfjeld; Tomma: mellem Tonsvik og Husby (A. Blytt). Hemnes pgd.: Brendbergflaa ved Hemnes (A. Blytt). Mo pgd.: Hammernesflaagene ved Langvatnet. Paa kalk.

H. arctogenum Norrl. Vefsen (Sig. Thor). Herøy pgd.: mellem Lillevik og Kammarken paa Dønna. Hatfjelddalen: mellem Gaasvand og Jøren-tind henimot Røsvasbugten. Mo pgd.: under Storfjeld ovenfor Rausand-aksla, under Burfjeldet ovenfor Ravnaa ved Langvatnet; Ytterheien (A. Blytt), Bredekfjeld i Dunderlandsdalen (W. Arnell og A. Blytt).

H. glomeratum Froel. Subsp. Vefsen: Dolstadaasen, Moaasen.

II. Alpina.

a. *Alpina genuina*.

H. alpinum (L.) Backh. Alm., især tilfjelds. Indsamlet fra: Herøy pgd.: Aakvik paa Dønna; Indre Øksningen. Alstahaug pgd.: Breitind paa Alsten. Lurøy pgd.: Rismaalskammene og Dyrnakken nær Bratland, fjeldet ovenfor Silavandet. Nesna pgd.: Fransvikfjeldet i Sjonen. Hemnes pgd.: Slegda n. for Bleikvand i Korgen. Mo pgd.: Rundtind ved Svartisen (næsten v. *convoluta* Om.), Rødfjeld og Kjerringfjeld i Dunderlandsdalen (A. Blytt). Hatfjelddalen: Krutfjeld ved Røsvand.

v. *convoluta* Om. Anders Larsafjeld ved Bleikvand i Korgen.

H. crispiforme Dahlst. Fjeldet ovenfor Silavandet i Lurøy pgd.

H. leptoglossum Dahlst. Alstahaug pgd.: Skjeggnes ved Sandnessjøen paa Alsten.

v. *subgracilentum* Dahlst. Lurøy pgd.: Klubben ved Haugland i Aldersundet.

v. *cirrostyliforme* Om. (?) Luroy pgd.: Lurofjeldet mot Lurosundet. Denne form synes skilt fra den typiske ved noget smalere blade og tykkere svøp. En anden stylos form (v. *petiolatiforme*) med smalere, tættere haarede svøp, smale, grovttandede rosetblade, i formen erindrende om *H. petiolatum* Elfstr., er samlet under Hatten i Hatfjelddalen.

H. flexuosum Lbg. Vefsen: Storveiskardalen i Børgesfjeld (forma). Hatfjelddalen: ved Jofjeld grænserøs. Mo pgd.: mellem Brundalen og Rundtind under Svartisen; Kjerringfjeld og Ørtfjeld i Dunderlandsdalen (A. Blytt), ved Rødvand og Umbugten fjeldstue.

H. frondiferum Elfstr. Mo pgd.: Brunstadtind nær Svartisdalen.

H. capnostylum Dahlst. & Elfstr. Mo pgd.: Bredikfjeld i Dunderlandsdalen (Arnell og A. Blytt).

H. coracimum Dahlst. Som foreg. (Arnell, iflg. Dahlst. Adnotationes de Hieraciis Scand., Act. Horti Bergiani II nr. 4).

b. *Alpina nigrescentia*.

H. albocomosum Om. n. f. Caulis ad 3 dm. altus, crassiusculus vel gracilis flexuosus, 1—3-folius, usque a basi sat dense floccosus, superne cano-tomentosus, a medio glandulis gracilibus sparsis, sursum increbrescentibus, summo densiusculis et ubique pilis sat frequentibus adpersus. Folia basalia in rosulam parvam 4—5-foliam congesta, anguste breviusque petiolata, supra glaberrima, marginibus subtusque dite pilosa, in costa petioloque densissime et longe villosa, extima parva rotundata vel ovali-rotundata subintegra, intermedia ovata vel ovato-ovalia — ovali-vel oblongo-elliptica obtusa dentibus humilibus obtusisque undulato-dentata basi truncata vel abrupte contracta, interiora angustiora oblongo-elliptica vel oblanceolata subobtusa dentibus parvis acutis basin versus decurrentem subuliformibus interdum in petiolum descendentibus crebro, vel sat remote dentata; folia caulina parva angusta sursum in bracteas sensim decrescencia, inferiora (vel infimum solum) petiolata, praesertim ad basin in petiolum sensim attenuatam acute dentata — subulato-dentata, summum \pm minus reductum, omnia subtus et in petiolis dite pilifera, superiora levissime stellata. Anthela 2—4-cephala simplex laxa indeterminata, ramis inferioribus erecto-arcuatis (ramo immo ex ala folii summi exserente akladium 6—30 mm. longum haud aequante, summo magis patente), dense canofloccosis glandulis inaequilongis gracilibus luteo-fuscescentibus densiusculis infra involucria densissimis pilisque rarissimis, in bracteis densis, vestitis. Involucria fusco-virescentia mediocria angustiuscula basi ovoidea subconicoidea, glandulis luteofuscescentibus sat gracilibus inaequilongis pro parte valde elongatis confertis pilisque longis sordide canescentibus sparsis, in

squamis basalibus frequentioribus, et microglandulis crebris vestita. Squamae sat latae acuminatae, intermediae interioresque apicibus eximie albocomosae flores virgineos superantes, intimae subulato-cuspidatae. Calathidia dilute lutescentia(?) majuscula vel floribus abbreviatis stylosisque parva, ligulis extus parce pilosis, apice ciliatis. Stylus siccus fusco-ferrugineus.

Især utmerket ved de tynde, ulike lange, gulbrune, paa kurvstilkene temmelig talrike, paa svøpene, som tillike er spredt haarede, tætte og her delvis sterkt forlængede kjertler, og de tydelig fremtrædende, hvite haardusker paa spidsen av svøpbladene. Forøvrig slank av vekst med smaa og kortstilkede, mere eller mindre egformede og smaatandede rosetblade, smaa, smale, i størrelse opad jevnt avtagende stengelblade og 2—3 langt adskilte kurvgrener i toppen av stængelen.

Hatfjelddalen: Rauvasfjeldene paa Krutvandets sydside, Skarmodalen, Jofjeld grænserøs (styleløse blomster).

H. polychnoum Om. n. f. Caulis 2—3.5 dm. altus crassiusculus suberectus, 1—2-folius, crebro vel parce breviterque pilifer, leviter — dense floccosus, summo canofloccosus glandulisque solitariis — sparsis adpersus. Folia basalia numero circ. 5 in rosulam congesta, brevius petiolata, exteriora parvula ovalia apice rotundata basi subtruncata, intermedia ovata — elliptica acuminata basi \pm contracta, intimum anguste ovatum subacutum, omnia minute sparsimque vel grossius obtuse inaequaliterque dentata, in utraque pagina densissime stellata, in marginibus petioloque ut in costa dorsali dite, ceterum parce pilosa, extima nudiora glabrioraque; folium caulinum inferius — si adest — basi valde approximatum longe petiolatum ovatum acutum grosse laciniato-dentatum, superius minutum subsessile angustum subtus dense canofloccosum. Anthela 2-cephala, interdum ramo ex ala folii caulini superioris exserente aucta, ramis sat brevibus vel longioribus dense canofloccosis glandulis nigris densiusculis pilisque basi nigra apice canescentibus sat frequentibus obsitis. Involucra majuscula obscure virescentia basi rotundata. Squamae exteriores laxae breves sublineares rotundato-obtusae, intermediae a basi lata in apicem \pm obtusum attenuatae — late sublineares, interiores ad margines virescentes acuminatae, omnes pilis longis basi nigra canescentibus sat crebris glandulis nigris minutis sparsis microglandulisque crebrioribus vestitae, apicibus eximie canocomosae, exteriores marginibus leviter floccosae, intermediae subnudae. Calathidia obscure lutea magna valde radiantia, ligulis extus subglabris, apicibus vix ciliatis. Stylus siccus fusco-ferrugineus.

Av denne form er indsamlet et par lave eksemplarer med spredt smaatandede blade, et enkelt litet stengelblad paa midten av stænglen og 2 kort-

stilkede kurver i toppen, samt et høiere eksemplar med grovere, but og ujevnt tandede rosetblade, et stort, fligettandet stængelblad nær rosetten og desuten et litet stængelblad, som understøtter en kurvgren høiere oppe og to teml. langstilkede kurver i toppen. Skjønt habituelt noget forskjellige hører dog alle utvilsomt til samme form. De utmerker sig forøvrig især ved den rike beklædning av stjernehaar paa begge bladsider og paa stænglen, de temmelig store, rikt haarede, litet kjertelhaarede svøp med mørke, overveiende butte, løse svøpblade og ved store morkgule kurver.

Mo pgd.: Brunstادتind nær Svartisdalen.

I forbindelse med denne form bør nævnes en anden, aabenbart dermed nær beslegtet form, som er samlet mellem Rødvand og Umbugten fjeldstue i Mo (*H. didymodes* Om.). Den har likesom den ovenfor omtalte form tæt stjernehaarbeklædning paa begge bladsider og ligner denne ogsaa i bladenes form og dentikulation, kurvstilkens beklædning etc., men skilles ved noget smalere svøp, med tættre tiltrykte svøpblade, som især paa primærsvøpet har rikere og jevnere fordelt stjernehaarbeklædning, samt ved, som det synes, lysere kroner. I toppen bærer de to eksemplarer, som foreligger, to meget langstilkede kurver.

H. macrocolpum Om. n. f. Caulis ad 4 dm. altus sat gracilis suberectus vel leviter flexuosus, ima basi nudus, sursum leviter — densius stellatus, apice sat dense floccosus, ubique pilis sat frequentibus adpersus, ad insertionem folii caulini dense villosus. Folia basalia in rosulam 4—5-foliam congesta, longe angusteque petiolata, exteriora ovato-quadrangularia apice late rotundato integerrima ad basin versus subcordatam dentibus paucis sat magnis obtusis (immo tamen acutioribus curvatis) dentata, intermedia late ovato-ovalia — ovata obtusa — subacuminata, sat grosse et inaequaliter dentata, ad basin truncatam — cito contractam laciniis longis patentibusque interdum subreversis laciniato-dentata, intimum anguste ovatum acuminatum vel acutum acutius inaequaliter et grosse dentatum vel basi cito contracta arrecto-laciniatum, omnia dilute virescentia supra glabra vel subglabra, marginibus dense breviterque ciliata, subtus in costa petioloque densiuscule pilosa, de cetero parce pilosa, intermedia interioraque leviter in costa dense stellata vel subnuda; folium caulinum aut infra medium caulis affixum longe angusteque petiolatum anguste ovatum acuminatum grosse et acute porrecto-dentatum, basi aliquantulum detractum, aut supra medium affixum parvum sublineare, subtus \pm minus dite stellatum. Anthela 2—3-cephala furcata ramis longissimis acladioque 50—120-mm. longo dense canofloccosis pilis basi nigricanti apice albidis sat frequentibus et glandulis rarissimis obsitis. Involucra magna crassa basi rotundata post florationem truncata. Squamae exteriores breves sublaxae,

intermediae a basi lata in apicem obtusum sensim attenuatae — sublineares, haec omnes concolores atro-virescentes marginibus extimis \pm cano-floccosae, de cetero nudae, apicibus leviter comatae, interiores marginibus virescentes, intimae subulato-cuspidatae, apicibus fuscescentibus vix comatae, omnes pilis basi longa crassa nigra apice albidis, glandulis paucis minutis microglandulisque sparsis intermixtis, dense vestitae. Calathidia magna valde radiantia obscure lutescentia; ligulae extus subglabrae, apicibus vix ciliatae. Stylus siccus \pm ferrugineus.

Især utmerket ved sine bredt egformede, mot grunden grovt fligettandede, forresten grovt ujevnt tandede basalblade og store, tykke, tæt med lange, hvitspidsede haar, men med faa kjertler beklædte svøb.

Vefsen: Løpskardalen i Børgesfjeld. Hatfjelddalen: Mikkelfjord i Susendalen, mellem Krutnesset og Krutaa. Hemnes pgd.: mellem Aven og Rundtind og under Anders Larsafjeld i Korgen.

H. Nordlandicum Dahlst. Mo pgd.: Dunderlandsdalen paa Bjellaanesfjeld (Arnell iflg. Dahlst. Adnotationes, Act. Hort. Berg. II).

H. dolichocephalum Dahlst. f. Hatfjelddalen: Krutfjeld.

H. curvatum Elfstr. Lurøy pgd.: ller ved Silavandet. Mo pgd.: Krabfjeld nær Umbugten.

H. piletocaule Om. n. f. Caulis 2,5—4 dm. altus gracilis vel crassus, flexuosus, vulgo usque a basi dense lanoso-floccosus, inferne pilis mollibus densiusculis vel sparsioribus villosus, supra medium glandulis solitariis — sparsis pilisque sparsis adpersus, summo apice eximie cinereo-tomentoso glandulis nigris inaequilongis densiusculis et pilis solitariis basi nigra apice canescentibus vestitus. Folia viridia utrinque dite molliterque pilosa, basalia brevius petiolata, exteriora late ovato-ovalia apice rotundata basi truncata, intermedia ovata — elliptico-ovata obtusa, interiora ovato-elliptica acuminata basi citius contracta, omnia crebro et inaequaliter dentata vel humiliter undulato-dentata; folia caulina numero 1—2, inferius majusculum elliptico-lanceolatum acuminatum dentibus acutis vulgo arrectis instructum basi cito in petiolum breviusculum attenuatum, utrinque pilosum et \pm stellatum, in costa interdum dense floccosa, superius subpetiolatum reductum. Anthela 2—7-cephala composito-paniculata ramis superioribus contractis arcuato-patentibus acladium 2—25 mm. longum superantibus; rami pedicellique dense tomentosi eximie cinereo-canescens glandulis nigris inaequilongis densis pilisque obscuris raris obsiti. Involucra magna alta atro-virescentia basi rotundata post florationem subtruncata (inv. primario). Squamae exteriores breviores lineares subadpressae, ceterae elongatae late sublineares, interiores virescentes, omnes — intimis exceptis — obtusae, glandulis nigris inaequilongis, nonnullis interdum longissimis, sat crebris

et pilis basi longa nigra apice canescentibus crebris vestitae, apicibus distincte albo-comosae, exteriores marginibus floccosae. Calathidia obscure lutescentia sat magna parum radiantia; ligulae extus sparsim pilosae, dentibus vix ciliatis. Stylus siccus obscurus.

Utmerker sig fortrinsvis ved den uldfiltede stængel, de egformede, ujevnt og sedvanlig lavttandede eller bolgettandede, paa begge sider tæt haarede rosetblade, 1—2 stængelblade, av hvilke alene de nederste er noget bedre utviklet, den sterkt askegraa stjernefilt og rike beklædning med kjertler paa stængelspids og kurvgrener samt ved de store, sortagtige, tæt mørkhaarede og kjertelhaarede svøb med næsten jevnbrede, i spidsen butte og tydelig duskhaarede svøbblade, av hvilke de ytre i kantene er tydelig stjernefiltede.

Trænen: Husø.

H. phaliotum Om. n. f. Caulis ad 3,5 dm. altus crassiusculus, flexuosus, unifolius, inferne leviter — densius stellatus, pilis crebrioribus glandulose uno alterove obsitus, superne sat dense floccosus glandulis inaequilongis nigris sparsis sursum increbescens pilisque solitariis adpersus, imma basi fuscoviolaceus. Folia basalia parvula brevius petiolata in rosulam 5—6-foliam congesta, exteriora parva ovalia apice basique rotundata vel basi subtruncato-contracta, intermedia ovali — ob-oblongo-elliptica obtusa basi cito contracta, interiora anguste elliptica vel obelliptica — elliptico-lanceolata acuminata — acuta basi sensim attenuata, omnia inaequaliter sat minute dentata — minute et acute denticulata, ubique dite et longiuscule pilosa, interiora in utraque pagina levissime, in costa densius stellata; folium caulinum prope basin vel ad medium caulem affixum elliptico-lanceolatum acutum sensim in petiolum brevior angustatum minute denticulatum vel subintegrum, subtus dense floccosum, supra in costa dense de cetero levissime stellatum, \pm pilosum. Anthela 3—5-cephala simplex vel composita laxa vel apice sat contracta interdum ramo longo longe distante aucta, ramis arcuatis erecto-patentibus acladium sat breve superantibus inferne sat dense floccosis apicem versus dense canotomentosis glandulis fusco- vel luteo-nigris sat validis pro parte longiusculis crebris sursum densissimis vestitis pilosis. Involucra sat magna crassa atro-virescentia basi rotundata. Squamae basales viridiores sat laxae angustae, intermediae late lanceolatae obtusulae — subacuminatae, interiores angustiores in apicem acutum sensim attenuatae marginibus sordide virescentibus, omnes glandulis fusco-nigris — atris pro maiore parte longiusculis praesertim ad basin involucri valde confertis microglandulisque crebris obtectae, interiores intermediaeque ad apices versus eximie et pulchre albo-comosos inconspicue et tenuiter floccoso-limbatae, de cetero nudae —

subnudae. Calathidia obscure lutea, parum radiantia, ligulis extus parce pilosis apicibus leviter ciliatis. Stylus siccus fusco-niger.

Især utmerket ved de store sortgrønne, meget tæt kjertelhaarede svøp, hvis inderste og mellemste svøpblade i toppen har tydelig fremtrædende hvide haardusker og fra disse og et stykke nedover kantene et tyndt, litet synlig overdrag av stjernefilt.

Hatfjelddalen: Jofjeld grænsesrøs.

H. ovaliceps Norrl. Hemnes pgd.: Stolpefjeld i Lerskardalen (A. Blytt). Mo pgd.: Kjerringfjeld i Dunderlandsdalen (Arnell). Begge angivelser ifølge Dahlstedts Adnotationes de Hieraciis scandinaviciis.

H. picinum Dahlst. Mo pgd.: Bredekfjeld i Dunderlandsdalen (Arnell, iflg. Dahlst. Adnotationes).

H. atratum Fr. subsp. Hemnes pgd.: Slegda i Korgen.

En form, der i svøpet ligner *H. depressiceps* Dt., men skilles ved bred, mot bladstilken bedre begrænset bladplate (*H. Ravnoense* Om. n. f.), er indsamlet paa Burfjeld ved Ravnaa og mellem Fiskkjønmoen og Glaamvand i Mo.

H. glossophorum Dahlst. Former herav indsamlet paa Krabfjeld nær Umbugten i Mo og i Skarmodalen i Hatfjelddalen.

H. orthopodum Dahlst. Mo pgd.: Krabfjeld nær Umbugten (1 eksemplar).

Beslegtet med denne er sandsynligvis en form (*H. thectolepis* Om. ad interim), hvorav foreligger et par eksemplarer, med langt smalspidsede, tæt kjertelhaarede svøpblade, store noget purpurflettede basalblade av omtrent samme form og dentikulation som hos *H. orthopodum*, og et enkelt stængelblad nær rosetten samt med mørke grifler. Mo pgd.: under Storfjeld ovenfor Rausandaksla.

H. brachypodarium Dahlst. Mo pgd.: Brunstadtind nær Svartisdalen.

H. ancylodes Om. n. f. Caulis ad 3 dm. altus sat gracilis \pm flexuosus, unifolius vel subbifolius inferne subnudus parce pilosus, sursum leviter — densius stellatus glandulis nigris sparsis summo frequentioribus pilisque solitariis adpersus. Folia basalia parva brevius petiolata in rosulam 4—5-foliam congesta, exteriora rotundato-ovalia vel late ovata basique subtruncata, intermedia elliptico-ovalia obtusa basi breviter decurrentia, interiora petiolis paullo elongatis obelliptica — oblanceolata obtusa — acuminata basi \pm longe decurrentia, omnia subintegra vel dentibus paucis minutis instructa, supra subglabra vel sparsim pilosa, subtus densiuscule et longe pilosa, intimum in costa levissime stellatum; folia caulina minuta \pm reducta angusta, subtus stellata. Anthela simplex 2—4-cephala, ramis gracilibus distantibus eximie arcuatis erecto-patentibus fusco-virescentibus apice fuscescentibus levissime — leviter stellatis dense nigroglandu-

losis, superioribus acladium breve — brevissimum superantibus. Involucra atroviridia parva crassiuscula basi rotundata, glandulis fusconigris densis pilisque longiusculis basi brevi nigra apice sordide canescentibus sparsis vestita, effloccosa. Squamae latiusculae, exteriores breves sat laxae, ceterae a basi in apicem obtusulum sensim attenuatae, interiores subulatae marginibus virescentes, apicibus leviter comatae. Calathidia obscure lutea mediocria vel sat magna \pm radiantia; ligulae extus subglabrae apicibus leviter ciliatae. Stylus siccus dilute ferrugineus.

Utmerker sig ved smaa, næsten helrandede, kortstilkede svøpblade, hoi, tynd, noget bugtet stængel, som er forsynet med 1—2 smaa, næsten braktéformede stængelblade og i toppen bærer 1—3 tynde, sterkt buede, centralsvøpet overskytende, især mot spidsen mørkfarvede, svagt stjernehaarede, tæt kjertelhaarede kurvgrener, samt ved smaa, sortgrønne, tæt kjertelhaarede, litet haarede svøp og teml. store kurver.

Vefsen: Løpskardalen i Borgefjeld. Hatfjelddalen: mellem Krutaa og Gryttind, Sordalen paa Røsvandets østside.

H. aegialites Om. n. f. Caulis 2,5—3,5 dm. altus sat gracilis vel crassiusculus \pm flexuosus sparsim pilosus, inferne levissime, summo apice sat dense stellatus, a medio glandulis raris apicem versus sparsis — densiusculis obsitus, 0—1-folius. Folia basalia 4—6 longe petiolata, exteriora late ovalia obtuse sparsimque dentata, basi abrupte contracta vel subtruncata, intermedia ovalia — oblongo- vel elliptico-ovalia obtusa, imma basi cito contracta dentibus paucis acutis patentibus, interdum etiam laciniis libris in petiolum descendentibus, instructa, de cetero sat aequaliter remote obtuseque dentata, intimum anguste ovatum vel elliptico-lanceolatum acutum dentibus obtusis vel acutioribus remote vel crebrius dentatum ad basin sensim vel citius attenuatum laciniis libris angustis in petiolum descendentibus \pm laciniatum, omnia subtus et in petiolis sat dite et longiuscule pilosa, interiora in nervo \pm stellata, extima supra sparsim vel densiuscule pilosa, cetera ad margines densiuscule ciliatos parce pilosa, de cetero glabra vel subglabra; folium caulinum, si evolutum est, infra medium caulis insertum \pm reductum anguste ovatum — sublineare acutum acute dentatum basi in petiolum attenuatum, subtus \pm stellatum. Anthela 2—6-cephala simplex vel composita, ramis \pm approximatis arcuato-patentibus acladium breve superantibus, interdum ramo uno longe distante, pedicellisque \pm cano-floccosis glandulis nigris densiusculis — densis infra involucra etiam densissimis, interdum pilo uno alterove intermixto, vestitis. Involucra atro-virescentia parvula angustiuscula — crassiuscula basi rotundato-ovata, glandulis nigris densis microglandulis sparsis pilisque basi nigra apice longo canescentibus sparsis, in squamis basalibus, marginibus extimis

exigue stellatis, saepe densiusculis vestita. Squamae intermediae a basi latiore in apicem angustum summo obtusiusculum sensim attenuatae, interiores marginibus virescentes longe subulato-cuspidatae, omnes apicibus \pm cano-comosae. Calathidia sat magna obscure lutescentia sat radiantia; ligulae extus subglabrae, apicibus vix ciliatae. Stylus siccus luteus vel subluteus.

Utmerket især ved bladform og dentikulation, de rikt kjertelhaarede, spredt langhaarede svøp, som næsten mangler stjernehaar (kun spor derav paa basalskjællene), de langspidsede svøpblade og de gule griffler.

Lurøy pgd.: Aas-aasen og ved Bratland mot Aldersundet. Herøy pgd.: Sørvaaen paa Dønna, N. Herø; S. Herø (noget tykkere svøp og rikere haarbeklædning paa oversiden av bladene).

H. fusciforme Om. n. f. Caulis 2,5—4 dm. altus gracilis \pm flexuosus, 1—(0-)folius, imma basi subnudus, sursum leviter summo apice dense stellatus, pilis inferne longis albidis superne brevioribus basi breviter nigricante sat crebris adpersus, a medio insuper glandulis nigris sparsis obsitus. Folia \pm violascentia, basalia 2—3 in rosulam congesta brevius longiusve petiolata, exteriora ovata obtusa undulato-dentata basi truncata, interiora ovato-elliptica breviter acuminata dentibus parvis inaequaliter sat crebro vel sat remote dentata basi cito contracta vel breviter decurrentia, omnia supra densiuscule breviterque pilosa vel praesertim medio subglabra, marginibus dense breviterque ciliata, subtus in costa petioloque dense, de cetero sparsim pilosa, intimum in costa levissime stellatum; folium caulinum nunc infra medium caulem affixum sat longe petiolatum anguste ovatum acuminatum dentibus paucis parvis vel rarius ad basin citius contractam majoribus acutioribusque instructum, nunc supra medium affixum lanceolatum acuminatum, remote et minute dentatum, basi in petiolum brevem attenuatum vel subsessile, utrinque dite pilosum, subtus in costa petioloque densissime villosum, in costa leviter vel densius, de cetero levissime stellatum vel subnudum. Anthela 1—3-cephala simplex, ramis brevibus arcuatis acladium 6—40 mm. altum superantibus tenuiter apicem versus dense cano-floccosis pilis obscuris apice albidis sparsis glandulisque nigris sparsis — densiusculis vestitis. Involucra crassiuscula basi rotundato-ovoidea. Squamae latiusculae sublineares obtusae, exteriores breviores sublaxae aequae ac intermediae atro-virescentes, interiores marginibus viridiores \pm acutae, intimae in subulam angustam fuscescentem productae, omnes apicibus conspicue cano-comosae, pilis nigricantibus apice breviter canescentibus sparsis — sat frequentibus et glandulis nigris densiusculis microglandulisque sparsis vestitae, exteriores intermediaeque marginibus extimis leviter flocc-

cosae. Calathidia obscure lutea sat parva; ligulae extus subglabrae vel glabrae, apice vix ciliatae. Stylus siccus fuscus.

Habituelst noget lik *H. fuscatum* Elfstr., fra hvilken den dog let skilles ved haarede svøb, kortere og mørkere farvede kroner.

Mo pgd.: under Brunstadtind nær Svartisdalen.

H. hyparcticum Almqu. var. Mellem Umbugten fjeldstue og Rodvand i Mo er indsamlet et enkelt eksemplar av en form, der antageligen er at henføre hit. Det er utmerket ved smale, avlangt-tungeformede, nedløpende, paa sidekantene grovt, noget ujevnt sagtandede rosetblade, et enkelt smalt, langstillet stængelblad og tæt mørkhaarede, filtrandede svøblade.

Nogle andre *Alpina genuina* og adskillige *Alpina nigrescentia* er indsamlet, men endnu ikke utredet.

III. Oreadea.

H. Schmidtii Tausch. **superbum* Dahlst. Alstahaug pgd.: Sandnessjøen (A. Landmark). Nesne pgd.: Donnes og Donnesfjeld paa Donna. Lurøy pgd.: Klippingvaag paa Stigen; under Trænstaven paa Sanna i Trænen; Dørvær; Selvær. En anden *Schmidtii*-form fra Onøen i Lurøy (kun 1 eksemplar) er tvilsom. Desuten en *Schmidtii*-form mellem Alstahaug og Skei paa Alsten.

H. Luroense Om. n. f. Caulis gracilior — crassiusculus, 1—2 (—3)-folius, vulgo apice 1—4-cephalus, rarius ramos ex axillis foliorum usque a basi efferens, immo confertim et longe albo-villosus, de cetero dite at brevius pilosus, stellatus, summo ut in pedicellis cano-floccosus et glandulis minutis solitariis — sparsis obsitus. Folia rosularia ± numerosa, exteriora oblongo-elliptica obtusa, interiora elliptica — elliptico-lanceolata, acuminata, omnia basi in petiolos breviores dense albo-villosos decurrentia, undulato-dentata, supra subglabra, subtus dite pilosa, in nervo ± dense floccosa de cetero ± stellata; folia caulina sessilia lanceolata sensim decrescentia, subtus dense — densissime stellata, ± pilosa, infimum interdum magnum latumque basi grosse dentatum. Involucra magna lata basi truncata obscura ob pilos floccosque, praesertim in marginibus apicibusque squamarum exteriorum densos, canescentia, glandulis minutis luteo-fuscis paucis vel frequentioribus inter pilos intermixtis. Squamae a basi lata sensim in apicem obtusulum comatum attenuatae, interiores viridi-marginatae, intimae subulatae. Calathidia magna, obscure lutea radiantia, ligulae apicibus parce ciliatae. Stylus luteus.

Bedst kjendelig ved de brede, rikt haarede og stjernehaarede, derfor noget graaagtige svøb. De ytre svøblade sterkt fremtrædende paa grund av den tætte, graahvite filtbeklædning.

Herøy pgd.: Ytre Øksningen (formae), Øyvaagen paa Dønna (forma).
Lurøy pgd.: Alderen: Stuvland; Onøen; Bratland og Aas-aasen ved Alder-
sundet; Dørvær; Selvær. Mo pgd.: Storsteinli paa nordsiden av Lang-
vatnet.

H. chrysops Om. Herøy pgd.: S. Herø (forma).

H. argenteum Fr. Alstahaug pgd.: Skei paa Alsten; Meisfjorden, Leir-
fjorden; Husvær, Prestøen. Herøy pgd.: S. Herø, Ytre og Indre Øks-
ningen, Slæpø, Vandved; Dønna: Aakvik, Øyvaagen, mellem Kammene og
Kammarken, mellem Gulstad og Gjesfjorden; Berfjorden. Vefsen: Stavas-
dalen; Kløvjemo. Nesna pgd.: Dønna: Dønnes og Dønnesfjeld; Tomma:
nær Husby; Sjonen: Nordfjorden mellem Pollen og Pollvand, ved Strand-
vand, ved Hauknes, Fuglstad under Stornibba. Lurøy pgd.: Lurø: liene
ovenfor Lurø gaard, Hagen og mellem Guraviken og Hagen, Lurøundet
henimot og ved Sutternes; Onøen; Stigen: Klippingvaag og henimot Kok-
viken; Alderen: Ørnes, Stuvland, mot Aldersundet; nordsiden av Olvik-
vandet; under Dyrnakken ved Bratland, nær Vasvatnet, liene ovenfor Sila-
vatnet; Lovunden; Nordre Solvær; Dørvær; Husø i Trænen; Selvær.
Hemnes pgd.: Brendberget ved Hemnes (A. Blytt), Hemnes prestegaard
og fleresteds ved veien mellem Hemnes—Finneid og Bjerka (A. Land-
mark). Mo pgd.: Rufsholm ved Langvasaaga, Storsteinli paa nordsiden
av Langvatnet, under Storvastind ovenfor Fiskkjønmoen, mellem sidst-
nævnte sted og Glaamvand; Stensnesset (W. Arnell).

De fleste former er at henføre til underarten *ariglaucum* Omang, nogle
former nærmer sig sterkt til den nær beslægtede, haarrikere *hilare* Dahlst.
og er kanske snarest at henføre til denne. Formen fra Berfjorden paa
Dønna (kun et eneste eksemplar) staar habituelt nær underarten *dialeptum*
Om., der dog ikke er fundet andetsteds i det nordlige Norge.

H. saxifragum Fr. **latifrons* Om. Alstahaug pgd.: Husvær; Sand-
nessjøen (A. Landmark) og mellem Alstahaug og Skei paa Alsten; Meis-
fjorden. Herøy pgd.: Indre og Ytre Øksningen; Dønna: mellem Hagen
og Breiviken, mellem Gjesfjorden og Berfjorden. Nesna pgd.: Dønnes
paa Dønna; Tomma. Lurøy pgd.: Lurø: liene op for Lurø gaard, Sutter-
nes, Hagen; Onøen; Klippingvaag paa Stigen.

**diasemum* Om. n. f. Caulis 2—4,5 dm. altus, superne ramosus,
3—5-folius, leviter stellatus, inferne dense vel densiuscule villosus, de
cetero sparsim pilosus, apice et in pedicellis dense cano-floccosus. Folia
angusta, remote et minute dentatata, purpureo-maculata, utrinque leviter
stellata, subtus densiuscule pilosa, marginibus longiuscule ciliata, basalia
brevius longiusve petiolata, exteriora oboblonga vel obelliptica, cetera

oblongo-lanceolata, interdum valde elongata vel elliptico-lanceolata, caulina sessilia sursum sensim decrescentia anguste lanceolata, interdum elongate lineari-lanceolata. Involucra parva, nunc latiora, nunc angustiora obscure virescentia, variegata. Squamae anguste triangulares, plurimae obtusulae, interiores acutae, marginibus anguste floccoso-limbatae, dorso subnudae, apicibus eximie albocomatae, de cetero pilis basi nigra apice canescentibus frequentioribus glandulisque minutis luteis sat crebris vestitae. Calathidia obscure lutea sat magna radiantia.

Utmerker sig især ved smale, smaatandede, purpurplettede blade og smalt, men tydelig filtrandede svøpblade og forholdsvis store kurver. Smaa eksemplarer ligner meget *H. tinctum* Dahlst., der dog skilles ved større svøp og et enkelt stilket stengelblad.

Lurøy pgd.: Stigen: Klippingvaag og derfra til Kokviken; Onøen; Ornes paa Alderen. Mo pgd.: Ravnaa ved Langvatnet.

**epiballium* Om. v. *boreo-epiballium* Om. n. v. Ab *H. epiballio* foliis angustioribus, basalibus lanceolatis, his haud stellatis, foliis caulinis subtus sparsim stellatis, squamis involucri marginibus obscurioribus, minus floccosis, parce pilosis sat diversum. Vefsen: Reinsfjeldaasen (A. Landmark).

Andre *saxifragum*-former fra Sutternes og Hagen paa Luroen.

H. rufescens Fr. **selasphorum* Om. n. subsp. Caulis 2,5—5,5 dm. altus, 3—6-folius, 2—4-cephalus, interdum usque a basi ramiger, dense stellatus, imma basi violaceus dense albovillosus, de cetero sparsim breviterque pilosus. Folia basalia florendi tempore persistentia pauca, exteriora oblongo-elliptica, rotundato-obtusa, integerrima \pm violascentia, interiora elliptico-lanceolata acuminata remote et minute dentata, omnia in petiolos breves decurrentia, utrinque levissime stellata, subtus sat dite pilosa; folia caulina sursum sensim decrescentia, omnia sessilia vel infimum in petiolum brevem sensim attenuatum, lanceolata acuminata — acuta remote et minute dentata, utrinque leviter — densius stellata, infimo excepto subglabra. Pedicelli canofloccosi pilis sat longis tenuibus sparsis — crebrioribus obsiti eglandulosi. Involucra obscura sat magna latiuscula basi rotundata vel truncato-rotundata. Squamae latae, a basi in apicem obtusulum, in interioribus acutum sensim attenuatae, pilis basi nigra apice canescentibus crebrioribus glandulisque minutis paucis vestitae, exteriores intermediaeque marginibus \pm floccosae, de cetero leviter stellatae, interiores subnudae. Calathidia magna radiantia obscure lutea; dentes ligularum glabri. Stylus luteus.

Habituelte ved sin faabladede stængel og vedvarende bladroset crindrende om *saxifragum*, men med store kurver. Forøvrigt utmerket ved de

mørke, stjernehaarede og ikke særdeles rikt haarede, knapt merkbart kjertelhaarede svøp og de spredthaarede kurvstilker.

Herøy pgd.: Dønna: Øyvaagen, Kammarken og Gjesfjorden; Vandved (forma). Alstahaug pgd.: Sandnessjøen (A. Landmark). Mo: Ravnaa ved Langvandet (varierende med smalere blad og mindre kurver).

IV. *Vulgata.*

a. *Silvatica.*

H. stenolepis Lbg. Tjøtta pgd.: Tro paa Løvøen. Alstahaug pgd.: Alsten: Sandnessjøen, Botnen; Husvær, Prestøen. Herøy pgd.: Dønna: Aakvik, Nordviken, Solfeld, Breistrand, Gjesfjorden, Gulstad; Slapø. Vefsen: Halsøy ved Mosjøen, Dolstadaasen, ved Store Bjørnaavand, Ravatnet, Fellingfors. Lurøy pgd.: nær Lurø gaard, Hågen paa Lurøen; Alderen: under Aldertind mot Stuvland, Ørnes; under Dyrnakken ved Bratland. Nesna pgd.: Sjonen: henimot Sjonbotnet, mellem Stiauren og Stien. Hemnes pgd.: Brendberget (Arnell og A. Blytt). Mo pgd.: Ytterheien (Arnell), Hammernesflaagene ved Langvandet, mellem Fiskkjønmoen og Glaamvand, Rufsholm ved Langvasaaga.

En form, der avviker ved bredt egformede, mere jevnt tandede, næsten kun langs midtnerven stjernehaarede blade, er samlet i Hellesviken paa Alsten.

H. molybdinum Stenstr. var. *callolepis* Om. n. v. A forma typica squamis obscuriore colore in dorso fusciscenti nudioribus, in marginibus conspicue floccosis, propterea eximie variegatis, pedicellis minus floccosis, stylo vivo et sicco luteo et foliis subtus glabrioribus sat diversum. Herøy pgd.: Aakvik og derfra til Hagen paa Dønna.

H. caesiointinctum Dahlst. & K. Joh. Sauøen ved Husvær i Alstahaug pgd. Tidligere kjendt fra Angermanland og Vesterbotten.

H. cophomeles Om. Lurøy pgd.: liene ovenfor Lurø gaard; Alderen: under Aldertind mot Stuvland; under Dyrnakken ved Bratland.

H. caesiiflorum Almqu. Tjøtta pgd.: Rødfjeldet, Løvøen; Bæro. Alstahaug pgd.: Husvær; Leland i Leirfjorden. Herøy pgd.: Indre Øksningen; Slapø; Dønna: Nordviken og Strømme mellem Berfjorden og Gjesfjorden (A. Blytt). Nesna pgd.: Løkta (A. Blytt). Lurøy pgd.: Onøen; under Aldertind; Aas-aasen ved Aldersundet.

H. albaticeps Om. n. f. Caulis 3—4 dm. altus, leviter, summo apice densius, stellatus, imma basi pilis solitariis adpersus, de cetero epilosus, 0—1-folius. Folia prasino-virescentia, basalia brevius longiusve petiolata, exteriora ovato-quadrangularia obtuse dentata basi ± cordata,

intermedia ovata vel ovalia obtusa dentibus obtusis, minutis intermissis, ad basin cordatam longioribus reversisque crebro et sat grosse dentata, interiora angustiora ovata -- ovato-lanceolata acuminata dentibus triangularibus ad basin decurrentem longioribus angustisque reversis, vulgo etiam laciniis libris in petiolum descendentibus crebro et inaequaliter dentata, omnia supra parce breviterque pilosa — subglabra (interiora), subtus densiuscule in costa dorsali petioloque dense et longiuscule pilosa, interiora intermediaque levissime in costa dense stellata; folium caulinum, si adest, prope basin affixum angustum subtus dense floccosum. Anthela subsimplex vel parum composita, apice dense contracta vel \pm laxa, vulgo ramo immo longe distante, ramis erecto-patentibus aeladium breve superantibus, dense cano-floccosis, pilis solitariis exceptis infra involucrium evolutis, epilosis eglandulosisque. Involucria pulchre albo-canescencia parvula basi ovoidea. Squamae latiusculae acutae in marginibus usque ad apicem dense albido-tomentosae, medio dorso fusciscenti tenuiter floccosae, pilis breviusculis imma basi nigricanti apice albidis sat frequentibus glandulisque minutissimis solitariis (vel nullis) vestitae. Calathidia parvula, obscure lutescentia. Stylus siccus fuscus.

Skilt fra *H. caesiiflorum*, som den habituelt ligner, ved de tæt hvitlodne, svakere haarede og næsten kjertelfrie svøp, de kjertelfrie og kun like under svøpet ubetydelig haarede kurvstilk.

Alstahaug pgd.: Sauoen ved Husvær.

H. silvaticum (Fr. p. p.) Almqu. (*H. eusilvaticum* Om. Bl. Hbg. N. Fl.). Mo pgd.: Hammernesflaagene ved Langvatnet; Grønli i Blakaadalen.

H. euthylepis Om. v. *Hologicum* Om. n. v. A forma typica foliis interioribus basin versus angustioribus magis decurrentibus, squamis involucri obscurioribus majoribus et latioribus triangulariter attenuatis ubique dense cano-floccosis crebrius glandulosis brevius et obscurius piliferis recedens.

Utmerket ved de brede, triangulært utdragne, mørke, men av de tætte stjernehaar graaagtige svøpblade.

Herøy pgd.: Søndre og Nordre Hero. Luroy pgd.: Aas-aasen.

H. phalarograpium Dahlst. Tjøtta pgd.: Rødøen; Bærø (her ogsaa forma *microcephala*). Alstahaug pgd.: Alsten (M. N. Blytt): ved Sandnessjøen (ogsaa av A. Landmark); Sauoen ved Husvær. Herøy pgd.: S. Hero; Tenna; Dønna: mellem Aakvik og Skar, Skagalandet, Breistrand, Kammene ved Nordviken, Berfjorden, Gulstad, rimeligvis ml. Berfjorden og Gjesfjorden (A. Blytt). Nesna: Løkta (A. Blytt). Luroy pgd.: Lovunden (tvilsom form).

H. pannuligerum Om. n. f. Ab *H. phalarograpto* Dahlst. foliis latis saepe permagnis grosse et acute dentatis saepe lobato-dentatis, folio caulino late ovato dentibus longis angustis instructo, squamis involucri latis obtusis et stylis luteis facile distinguendum.

Alstahaug pgd.: Leland i Leirfjorden; Hellesvik paa Alsten. Herøy pgd.: Dønna: Aakvik—Hagen, Nordviken, Gulstad. Nesna pgd.: Dønnes. Vefsen: Dolstadaasen. Lurøy pgd.: Lurøen: liene op for Lurø gaard, Hagen; Onøen; Alderen: Stuvland (forma); lier ved Silavandet; Aas-aasen ved Aldersundet; Trænen: Sanna.

H. Selvaerense Om. n. f. Caulis 2—3,5 dm. altus, 0—1-folius, inferne leviter, superne dense stellatus, imma basi parce pilifer, de cetero epilosus. Folia basalia brevius longiusve petiolata violascentia, subtus in costa et petiolis dense floccosa longiuscule et dite pilosa, de cetero sparsim pilosa \pm stellata (intimo saepe dense stellato), exteriora ovalia obtuse undato-dentata — minute denticulata basi truncata — subcordata, intermedia elongate ovalia — ovato-elliptica obtusa — breviter acuminata crebro undulato-dentata basi cito contracta, interiora angusta lanceolata in apicem longum integerrimum acutissimum protracta humiliter undulato-dentata ad basin decurrentem laciniato-dentata; folium caulinum infra medium caulem insertum petiolatum angustum subtus dense stellatum. Anthela oligo- vel polycephala acladio brevi pedicellisque canotomentosis glandulis solitariis — sparsis et interdum pilo uno alterove obsitis. Involucra obscura canescentia mediocria (involucro primario tamen permagno) basi rotundata. Squamae exteriores intermediaeque latiusculae obtusae concolores in dorso levissime ad margines densius floccosae, interiores angustae viridi-marginatae \pm acutae nudiores, omnes glandulis nigris longis sat densis pilisque nigricantibus apice brevi canescenti paucis (in involucro primario saepe crebris) vestitae. Calathidia magna obscure lutea radiantia. Stylus siccus fuscus.

Nærmest beslægtet med *H. caesitium* Norrl., fra hvilken den skilles især ved svøpets beklædning.

Lurøy pgd.: Selvær; Sanna i Trænen.

H. pendulum Dahlst. Vefsen: Moaasen, Øifjeld.

H. psepharum Dahlst. var. *obtusescens* Om. n. var. A forma typica foliis basalibus angustioribus, omnibus obtusis vel intimo subobtusis, folio caulino, si evolutum est, summo apice obtusulo, pedicellis acladioque infra involucrum crebrius glandulosis recedens.

Især skilt fra hovedformen ved de smalere, i spidsen butte, undertiden jævnt buttandede blade og de talrikere kjertler paa kurvstilkene. Dog forekommer ogsaa mere bredbladede eksemplarer.

Tjøtta pgd.: Rødø. Alstahaug pgd.: Sandnessjøen paa Alsten (A. Landmark).

H. prolixum Norrl. modificatio. Vefsen: Fokstad (A. Landmark).

H. philanthrax Stenstr. Mo pgd.: Hammernesflaagene ved Langvatnet.

H. sarcophyllum Stenstr. var *atriclepis* Om. n. v. A forma typica modo involucris minus floccosis omnino epilosis et foliis subtus prope modo efloccosis recedens.

Kun et eneste eksemplar foreligger. Dette stemmer med hensyn til bladenes beskaffenhed, form og dentikulation saavel som svøpets og svøpbladenes utforming fuldstændig overens med eksemplarer av typen. Kun svøpets indument er forskjellig, idet haar aldeles mangler og stjernehaarbeklædningen især paa svøpbladenes ryg er svakere utviklet. Ogsaa er bladenes underside kun langs midtnerven stjernehaaret.

Herøy pgd.: N. Herø.

H. expallidiforme Dahlst. Herøy pgd.: Aakvik paa Dønna. Vefsen: Øifjeld.

H. diacolum Om. forma. Herøy pgd.: Mellem Kammene og Kammarken paa Dønna. Avviker fra Telemarkformen ved kortere svøp og noget kortere bladplate.

H. Onoense Om. n. f. Caulis 3—4 dm. altus, inferne leviter stellatus sparsim et longe pilosus, summo apice dense floccosus glandulis pilisque brevibus sparsim obsitus, 0—1(?)-folius. Folia basalia magna tenuia dilute prasino-virescentia, subtus pallida, \pm violascentia, exteriora ovalia integerrima basi truncata — subcordata, intermedia ovalia — ovali-ovata obtusa remote et obtuse undulato-dentata — subintegra basi truncata, intimum angustum ovato-lanceolatum acutum undulato-dentatum ad basin decurrentem laciniato-dentatum, omnia supra glabra, subtus in costa petioloque cano-floccosis dense et longe vilosa, ceterum leviter stellata densiuscule et longe pilosa, marginibus brevius et dense ciliata. Anthela oligo- vel polycephala composita paniculata ramo immo saepe remoto, acladio pedicellisque cano-floccosis glandulis nigris densis et pilis brevibus nigricantibus solitariis vestitis. Involucra crassula (inv. primario percrasso) basi truncata. Squamae exteriores intermediaeque a basi lata in apicem acutum sensim attenuatae, atro-virescentes, medio nudaе, marginibus dense albo-floccosa, interiores angustae virescentes nudiores, intimae subulatae, omnes pilis longis imma basi nigra apice canescentibus crebris et glandulis fusco-nigris densis vestitae, apicibus albo-comatae. Calathidia obscure lutea permagna. Stylus siccus fuscus.

Utmerker sig fortrinsvis ved de store, tynde, glaucescente, ofte fiolet anløpne, naar det inderste undtages, litet tandede til næsten helrandede blade, det tykke, langhaarede svøp og de fra en bred basis triangulært avsmalnende, i randen hvitfildede svøpblade.

Lurøy pgd.: Onøen.

H. aethalolepium Om. n. f. Caulis 2.4—4.5 dm. altus gracilis — crassiusculus, o—1-folius, leviter stellatus, inferne parce pilosus, de cetero subglaber. Folia basalia longe et anguste petiolata, subtus \pm violascentia, exteriora parvula ovalia — ovato-ovalia obtusa obtuse dentata basi truncata, intermedia anguste ovalia vel ovato-elliptica obtusa — acuminata basi truncato-rotundata, interiora ovato-elliptica vel ovata vel ovato-lanceolata acuminata basi cito contracta, interiora intermediaeque dense et aequaliter serrata vel remote et inaequaliter sat minute dentata, omnia supra glabra, subtus in costa et marginibus densiuscule ceterum sparsim pilosa, in costa leviter stellata; folium caulinum infra medium caulem insertum perangustum. Anthela oligo- vel polycephala, aeladio brevi rarius longiore pedicellisque cano-floccosis glandulis minutis nigris sparsis vel sat crebris et pilo uno alterove obscuro obsitis. Involucra subatra crassa basi rotundato-truncata. Squamae exteriores intermediaeque concolores latiuscule lineares apicibus fusco-fuliginosis late rotundatis albo-comatis, in dorso atro subnudae glandulis minutis fuscis densiusculis, pilis brevibus nigricantibus intermixtis, vestitae, exteriores marginibus anguste floccoso-limbatae, interiores marginibus virescentes, intimae paucae subulatae. Calathidia magna obscure lutea radiantia. Stylus siccus luteus vel subferrugineus.

Utmerket fremfor alt ved de bredt lineære, i spidsen but avrundede svøpblade, svøpets beklædning og de smaltstilkede, ofte tæt og skarpt tandede blade.

Hemnes pgd.: ved prestegaarden (A. Landmark). Nesna pgd.: ved Strandevand og Stien i Sjonen. Lurøy pgd.: Onøen; Aas-aasen, under Dyrnakken ved Bratland; liene ovenfor Silavandet.

H. campesicaule Om. n. f. Caulis 3—4 dm. altus flexuosus, o—1-folius, oligo-cephalus, glaber, inferne subnudus, superne dense stellatus, summo apice glandulo uno aterove obsitus. Folia basalia parvula longe petiolata, exteriora ovalia, subintegra — exigue undulata, intermedia ovata acuminata inaequaliter et obtuse dentata basi truncata vel cito contracta, interiora angustius ovata dentibus acutis sat magnis, dentibus minutis intermissis, irregulariter dentata, basi paullo decurrente laciniata, omnia supra glabra purpureo-maculata, subtus in costa dense stellata marginibusque dite albopilosa de cetero sparsim pilosa, folium caulinum petiolatum anguste ovatum acutum, aequae ac folia basalia interiora dentatum, subtus stellatum.

Anthela perlaxa, ramo immo remoto, pedicellis acladioque cano-floccosis, glandulis nigris sparsis et pilis solitariis obsitis. Involucra mediocria canula basi rotundata. Squamae obscurae latiusculae obtusae medio dorso leviter ad margines versus dense cano-floccosis glandulis nigris inaequilongis pilisque basi nigra apice canescentibus densiuscule vestitae, apicibus nudioribus comatae. Calathidia parva, ligulis \pm involutis. Stylus siccus fuscus.

Utmerket ved de smaa, ujevnt tandede, mørkplettede blade, den høie, sterkt bugtede stengel og de graa svøp.

Alstahaug pgd.: Husvær og den nærliggende Sauo.

H. achlycephalum Om. n. f. Caulis 4—4,5 dm. altus, interdum usque ad medium violascens, subglaber et nudus, apicem versus leviter densius stellatus pilis glandulisque solitariis adpersus. Folia basalia longe petiolata intense violascentia, exteriora late ovalia rotundato-obtusa obtuse dentata basi truncata vel subcordata, intermedia ovalia — elliptico-ovalia obtusa \pm dense sat aequaliter triangulari-dentata vel humiliter et aliquantulum inaequaliter undulato-dentata basi cito contracta, interiora angustiora anguste ovata — ovato-lanceolata acuminata sat inaequaliter undulato-dentata basi breviter decurrente dentibus angustis falcatisque instructa, omnia supra glabra vel exteriora subglabra, subtus sparsim in costa petioloque densiuscule pilosa, intimum in costa leviter stellatum; folia caulina o. *Anthela laxa* composita ramis subrectis apice 2—3-cephalis sat dense flocciferis pilis glandulisque sparsis adpersis, superioribus valde patentibus acladium breve superantibus; pedicelli acladiumque dense floccosi, glandulis brevibus nigris densis — densissimis, interdum pilo uno alterove brevi obscuro immixto, vestiti. Involucra angustiuscula nigrescentia basi ovato-rotundata, glandulis nigris densis pilisque crassis nigris summo apice canescentibus sat frequentibus vestita, in marginibus squamarum exteriorum exigue stellata. Squamae exteriores breves sublineares \pm obtusae, intermediae latiores subobtusae, interiores elongatae subulato-cuspidatae \pm virescentes, omnes apicibus leviter comatae. Calathidia sat magna dilute (?) lutescentia radiantia. Stylus siccus luteo-ferrugineus.

Utmerket ved de intest fioletanlopne, noget ujevnt tandede blade, den aapne langgrenede kurvstilling med temmelig rette grener, de noget mørke kjertelhaarede, men forholdsvis svagt stjernefildede kurvgrener, tæt kjertelhaarede kurvstilk samt ved svøpets beskaffenhed, der minder noget om *Hieracia nigrescentia*.

Hemnes pgd.: Sjøenget (A. Landmark).

H. morulum Dahlst. Lurøy pgd.: liene ovenfor Silavandet.

H. orphnolepium Dahlst. forma(?). Et enkelt eksemplar, der skilles fra hovedformen ved litt tykkere, rikere og lysere haaret, svakere kjertel-haaret svøp.

Lurøy pgd.: mellem Vasvatnet og Silavandet.

H. propinquum Norrl. Herøy pgd.: Ytre Øksningen; Aakvik paa Dønna. Lurøy pgd.: liene ovenfor Lurø gaard. Mo pgd.: Dunderlandsdalen (Arnell og A. Blytt).

H. umbelliferum Lbg. Vefsen: under Bæraasen mot Fiplingdalen, Loipskardalen i Borgefjeld. Hatfjelddalen: Sjaavik, liene ovenfor Kvalpskarmo og under Sletfjeld i Susendalen. Mo pgd.: under Storfjeldet ovenfor Rausandaksla; Grønlien i Blakkaagas dalføre.

H. obtextum Dahlst. formae. Vefsen: Halsøy ved Mosjøen, Dolstadaasen, Alsgaard; under Baraasen mot Fiplingkroken. Hatfjelddalen: Jofjeld grænsesrøs, Nerli i Susendalen. Lurøy pgd.: Hagen paa Lurøen; Klippingvaag paa Stigen; mellem Vasvatnet og Silen. Mo pgd.: Hammernesflaagene ved Langvatnet.

H. goniophyllum Om. Hatfjelddalen: ved Unkervand.

H. integratum Dahlst. forma. Nesna pgd.: Dønnesfjeld paa Dønna. Et enkelt eksemplar, som i alle øvrige henseender stemmer overens med typen, men ved transformation av glandlerne har noget haaret svøp, er samlet ved Grønlien i Blakkaagas dalføre i Mo pgd.

H. rhusioides Om. n. f. Caulis 2—3,5 dm. altus, sat gracilis, levissime stellatus, summo apice sat dense floccosus, inferne parce pilosus, de cetero subglaber, o—1-foliatus. Folia intense purpureo-maculata et \pm fusco-violascentia, supra subglabra, subtus dite — in costa petioloque densissime — pilosa, omnino nuda vel in costa floccis solitariis adspersa, basalia exteriora rotundato-ovalia basi truncata vel subcordata, intermedia late ovalia — ovato-ovalia basi rotundata, interiora ovato-elliptica — lanceolato-elliptica acuminata basi breviter decurrente, omnia sparsim et minutissime denticulata — subintegra; f. caulinum — raro evolutum. — basi caulis \pm approximatum petiolatum ovatum acuminatum remote et minute denticulatum, indumento foliorum basaliu praeditum. Anthela oligocephala laxa, ramis pedicellisque dense canofloccosis epilosis glandulis nigris parvis crebris obsitis. Involucra mediocria basi rotundata. Squamae a basi lata in apicem obtusulum triangulariter attenuatae, concolores, subatrae, interioribus tamen subulato-cuspidatis virescentibus, glandulis nigris parvis densis vestitae, marginibus stria angusta alba floccorum densorum pulchre ornatae, de cetero nudaе, apicibus leviter comatae. Calathidia obscure lutea mediocria radiantia; ligulae apicibus ciliatae. Stylus siccus ferrugineus.

I høi grad utpræget og let kjendelig paa de sedvanlig sterkt fiolet anløpne og brunplettede, bredt ovale, næsten helrandede rosetblade og de mørke, kun ytterst i kanten, smalt, men tydelig hvitfildede, iøvrig tæt med mørke, korte kjertler besatte svopblade.

Herøy pgd.: S. Herø; Dønna: Aakvik og derfra til Skar, Breistrand til Skagalandet, Nordviken og Kammene, mellem Lillevik og Gjesfjorden, Berfjorden (herfra ogsaa av A. Blytt), Gulstad. Mo pgd.: under Storfjeld ovenfor Rausandaksla.

H. melanolepis Almqu. Tjøtta pgd.: Bæro. Alstahaug pgd.: Leland i Leirfjorden. Herøy pgd.: Dønna: Solfeld, Gulstad, mellem Kammene og Kammarken.

b. *Caesia et Vulgata genuina.*

H. panconitum Om. n. f. Caulis 2,5—3 dm. altus, gracilis inferne leviter stellatus sparsim pilifer, superne densius floccosus pilis solitariis brevibus glandulisque minutis solitariis vel sparsis adpersus, o-folius, imma basi rubro-violascens. Folia caesia, subtus pallida leviter hepatica — ± violascentia, in rosulam 5—8-foliam congesta anguste longiuscule petiolata, utraque pagina dite stellata, marginibus breviter densiuscule ciliata, subtus in costa petioleque densiuscule pilosa, de cetero parce pilosa, exteriora parvula oblongo-ovalia apice basique rotundato-obtusa, dentibus solitariis parvis vel minutis instructa, intermedia oblongo- — ovato-elliptica obtusa — acuminata dentibus parvis basi abrupte contracta longioribus acutisque patentibus remote dentata, interiora anguste ovato-lanceolata in apicem longum acutissimum protracta remote et minute denticulata ad basin decurrentem dentibus paucis acutis patentibus instructa. Anthela 2—3-cephala simplex — subsimplex laxa ramis sat dense cano-floccosis glandulis tenellis raris apicem versus sparsis obsitis, acladium 15—45 mm. altum paullum superantibus. Involucra sat alta obscure virescentia basi rotundata. Squamae exteriores sublineares obtusae, ceterae a basi latiore in apicem longum acutum protracta, interiores marginibus dilute virescentes, intimae subuliformes dilute virescentes, omnes pilis longiusculis basi sat longa nigricanti apice albidis sat frequentibus glandulisque cerinofuscis densiusculis sursum sparsis vestiti, apicibus ± comatae, exteriores intermediaeque sparsim stellatae, in marginibus dense floccosae. Calathidia magna, valde radiantia. Stylus luteus.

Særdeles eiendommelig ved de langspidsede svopblade og det rike stjerneindument paa begge bladsider. Sandsynligvis at henfore til *Caesia*. Vefsen: ved Ravatnet, paa kalkgrus (A. Landmark).

H. violaceum Lbg. En form, som utvilsomt horer hit, men skilles fra hovedtypen ved smalt lancetformede, ujevnt tandede, ved grunden

avsmalnende blade (v. *paracopum* Omang) er samlet i Hatfjeldsdalen ved Krutnesset ved Røsvand.

H. cichloides Om. Vefsen: ved Ravatnet (A. Landmark).

H. tinctum Dahlst. Lurøy pgd.: liene ovenfor Lurø gaard, Stuvland og Ørnes paa Alderen; Dørvær. En, som det synes, nærstaaende form paa Øifjeld i Vefsen.

v. *allocotum* Om. n. v. A forma typica foliis basalibus late ovali-ovatis, involucris angustioribus differt. Lurøy pgd.: Selvær.

H. cichloides, som tidligere er henført til *Oreadea* (Omang: Beiträge zur Kenntniss der südnorwegischen Oreadea), og *H. tinctum* tilhører grænsazonen mellem disse og *Caesia* og er vel tilligemed nærstaaende former, som *H. Sommerfeltii* Lbg., at henføre til *Caesia*.

H. longatriceps Om. n. f. Caulis 2—3,5 dm. altus, flexuosus, leviter summo apice densius stellatus, parce vel inferne densiuscule pilosus. Folia basalia supra glabra — subglabra, interdum maculata, subtus violascentia densiuscule, in costa densissime, pilosa, brevius petiolata, exteriora ovalia — elliptico-ovalia obtusa sparsim et minute denticulata, basi cito contracta, interiora elliptica — elliptico- vel ovato-lanceolata acuminata (intimo saepe longe cuspidato) sparsim et minute dentata, basi breviter decurrentia; folium caulinum ovato-lanceolatum longe cuspidatum, praesertim basin versus dentatum breviter petiolatum vel \pm reductum sessile, subtus stellatum. Anthela laxa, 2—4-cephala, pedicellis acladoque dense tomentosis cinerascentibus glandulis nigris sparsis — sat frequentibus pilisque nigricantibus solitariis adspersis. Involucra atra magna altissima basi ovoideo-rotundata. Squamae latissimae elongatae in apicem obtusum distincte albocomatum sensim attenuatae, interiores late viridi-marginatae, intimae subulatae, exteriores intermediaeque marginibus limbis angustissimis albis floccorum densorum pulchre ornatae, de cetero nudaе, glandulis inaequilongis nigris crebris et pilis nigricantibus summo apice canescenti paucioribus vestitae. Calathidia magna vel maxima obscure lutescentia valde radiantia. Stylus luteus.

Nær beslægtet med *H. asbolodes* Om., hvorfra den lettest skilles ved bladformen, de smalere og høiere svøb og de bredere, mere udtagne svøbblade. Enkelte eksemplarer synes at nærme sig *H. tinctum* v. *allocotum*, med hvem den ogsaa utvilsomt er teml. nær beslægtet.

Lurøy pgd.: Dørvær.

H. asbolodes Om. n. f. Caulis 2—6 dm. altus, flexuosus \pm minus ramiger, summo apice leviter stellatus et glandulo uno alterove obsitus, de cetero nudus et glaber vel imma basi subglaber. Folia basalia pauca

longe petiolata, saepe maxima, exteriora ovalia — elliptico-ovalia obtusa crebro et minute sat aequaliter dentata basi cito contracta, interiora elliptica — elliptico-lanceolata, acuminata, crebro et minute acute dentata basim versus decurrentem saepe dentibus angustissimis unguiculiformibus saepe in petiolum descendentibus instructa, omnia supra glaberrima, subtus in nervo leviter stellato petioloque densiuscule, de cetero sparsim pilosa. Folia caulina 1—2, inferius petiolatum ellipticum vel elliptico-lanceolatum acuminatum crebro et acute dentatum ad basim versus decurrentem saepe laciniato-dentatum, indumento foliorum basaliurn ornaturn, superius \pm reductum sessile ovato-lanceolatum acutum subtus leviter stellatum. Anthela 2 — polycephala composito-paniculata laxa et ampla, acladio pedicellisque dense tomentosis cinerascentibus glandulis atris frequentioribus pilisque nigricantibus sparsis adspersis. Involucra subatra alta basi rotundata. Squamae latae in apicem obtusulum vel acutum distincte albocomatum attenuatae, (intimis paucis subulatis) pilis longis nigricantibus apice canescentibus densiusculis vel sparsioribus et glandulis nigris longioribus, intermixtis glandulis brevioribus, sat crebris vestitae, exteriores intermediaeque marginibus inferioribus anguste et dense sursum tenuiter floccoso-limbatae, ceterum subnudae. Calathidia maxima obscure lutea valde radiantia. Stylus luteus.

Utmerker sig især ved de mørke, sortagtige, teml. høie svøp og jevnt, de indre ved basis kloformig, tandede blade.

Lurøy pgd.: Onøen; Nordre Solvær (forma).

H. dissimile Lbg. var. *grammotum* Om. n. f. A forma typica foliis subtus haud stellatis, squamis involucris angustius cuspidatis, in marginibus limbis albis angustisque floccorum densorum intus bene definitis, vulgo quoque in squamis interioribus plane conspicuis, pulchre notatis, insuper pilis dilutioribus et glandulis minutis raris vestitis recedit.

Især skilt fra hovedformen ved svøpbladenes tydeligere og smalere, bedre begrænsede filtstriper, finere og lysere haarbeklædning og finere, mindre talrike kjertler og ved manglen av stjernehaar paa bladene.

Tjøtta pgd.: Offersø; Bærø. Alstahaug pgd.: Sauoen ved Husvær; Alsten: mellem Skei og Alstahaug, Sandnessjøen; Meisfjorden. Herøy pgd.: S. Herø; Indre Øksningen; Slapø; Dønna: Aakvik, Breiviken, Øyvaagen, Berfjorden.

En anden form eller var. av *dissimile* er samlet av A. Landmark ved Sandnessjøen paa Alsten.

H. anfracticeps K. Joh. Herøy pgd.: mellem Aakvik og Hagen paa Dønna. Tidligere kun kjendt fra Dalarne og Helsingland.

H. neuroclasioides Om. n. f. Ab *Hieracio anfracticipiti* K. Joh. involucro crassiore, viridiore, glandulis pro parte longissimis pilisque solitariis vestito, imma basi exigue stellato, squamis latissimis, exterioribus ovato-triangularibus, late rotundato-obtusis, intermediis late ovato-lanceolatis interioribusque protractis latissime viridi-marginatis, rotundato-obtusis, intimis subulato-cuspidatis et anthela laxiore diversum.

Hemnes pgd.: ved prestegaarden (A. Landmark).

Habituelt meget lik foregaaende, med hvilken den stemmer i bladform og dentikulation, men tydelig skilt fra denne ved det tykkere svøp, som paa grund av de bredt grønkantede mellemste og indre kurvblade har en lysere grøn farve, ved de meget brede og avrundet butte svøpblade, som er beklædte med kraftigere, delvis meget lange kjertler og spredte haar, men kun nederst er svakt stjernehaarede, og ved noget mindre sammen-dragen kurvstilling. Bladene er især mot spidsen intenst rødfiolet anløpne.

H. involutum Dahlst. Hatfjelddalen: Valmaasen, Skarmodalen henimot Ørnesset.

H. Adlerzii Almqu. Herøy pgd.: S. Herø; Sandstraak paa Dønna. Hatfjelddalen: Sjaavik. Mo: Mofjeld (W. Arnell).

H. unbricola Norrl. Hatfjelddalen: Sommerfjeld og under Sletfjeld i Susendalen.

H. subalpestre Norrl. v. *Donnense* Om. n. v. A forma typica foliis omnibus angustis, basalibus interioribus oboblongis vel anguste lanceolatis in petiolos breves sensim attenuatis ut foliis caulinis (1—2) dentibus acutissimis dense serratis, squamis involucri acutis subatris in marginibus limbis albis perangustis bene determinatis pulcherrime ornatis et calathidiis paullo minoribus recedens.

Utmerket ved de smale, tæt og særdeles skarpt tandede blade og ved de mørke, spidse svøpblade med tydelig, sterkt fremtrædende, indad vel begrænset filtrand.

Herøy pgd.: mellem Aakvik og Hagen paa Dønna. Vefsen: ved Bjørnaavandet (A. Landmark).

H. Kuusamoense Wainio. Alstahaug pgd.: Sauøen ved Husvær. Tjøtta pgd.: Skaalvær. Vefsen: Halsøy ved Mosjøen. Lurøy pgd.: Onøen; liene ovenfor Lurø gaard; Stigen: mellem Klippingvaag og Kokviken; Aas-aasen ved Aldersundet. Hemnes: Elsfjorden. Mo: Bjellaanes i Dunder-landsdalen (A. Blytt).

H. pseudorarium Norrl. (forma). Herøy pgd.: Tenna. Lurøy pgd.: Sanna i Trænen; fastlandet mot Aldersundet: Bratland med ovenforlig-

gende aas, Aas-aasen, under Vastind, fjeldet og liene op for Silavandet. Mo: Ravnaa ved Langvatnet, Rufsholm ved Langvasaaga (forma).

H. nanodes Dahlst. (forma). Alstahaug pgd.: mellem Alstahaug og Skei. Herøy pgd.: S. Herø; Hæstad paa Dønna. Lurøy pgd.: Selvær.

H. striaticeps Dahlst. (forma). Hatfjeldalen: Skarmodalen henimot Orneset.

H. vulgatum (Fr. p. p.) Almqu. v. *prionotum* Om. n. var.

Ab *H. vulgato* typico caule humiliore foliis basalibus brevius petiolatis, caulinis sensim decrescentibus latioribus brevioribusque ovatis, omnibus dense et grosse serrato-dentatis haud multum recedens.

Nær beslegtet med hovedformen, men habitueltemmelig forskjellig paa grund av de opad i størrelse jevnt avtagende, bredt egformede, tæt, teml. grovt sagtandede stængelblade.

Vefsen: ved Bjørnaavandet (A. Landmark).

H. leptodomum Om. n. f. Caulis gracillimus, inferne violaceus subnudus parce pilosus, superne leviter stellatus subglaber, interdum ex alis omnibus ramiger. Folia tenuia, basalia pauca leviter angustequet petiolata, \pm violascentia, exteriora ovalia — oblongo-ovalia obtusa, interiora ovato-lanceolata vel elliptica \pm acuminata, omnia humiliter et sat remote dentata, supra glabra, subtus praesertim in costa petioloque pilifera; folia caulina 2—4, sensim in bracteis decrescentia, infimo longius breviusve petiolato excepto sessilia, ovata — ovato-lanceolata acuta sat crebro et acute vel acutissime dentata, subtus \pm pilosa, suprema leviter stellata. Anthela laxa oligo- vel polycephala, \pm composita, pedicellis acladioque cano-floccosis pilis tenellis sparsis — densiusculis et glandulis solitariis obsitis. Involucra parva crassiuscula, obscure virescentia, basi rotundata. Squamae a basi lata in apicem obtusum saepe falcatum attenuatae, marginibus \pm floccosae medio dorso subnudae, pilis tenellis basi nigricanti crebrioribus et glandulis minutissimis sparsis — frequentioribus vestitae, interiores dilutius marginatae, intimae acutae. Calathidia mediocria \pm radiantia. Stylus siccus leviter ferrugineus.

Svøpets beklædning minder om *H. striaticeps* Dahlst., men svøpbladene er bredere. Forøvrig utmerket ved de tynde, teml. tæt og skarpt, næsten jevnt tandede blade.

Herøy pgd.: S. Herø, Ytre Øksningen; Aakvik paa Dønna. Alstahaug pgd.: Meisfjorden. Lurøy pgd.: liene ovenfor Lurø gaard; Onoen; Selvær. Nesna pgd.: Husby paa Tomma. Hemnes pgd.: Borresteinli (Arnell og A. Blytt). Mo pgd.: Ravnaa ved Langvatnet.

H. amblylepium Dahlst. Herøy pgd.: mellem Hagen og Breiviken paa Dønna. Nesna pgd.: Hugla (A. Blytt); Myklebostad — henimot Sjon-

botnet. Lurøy pgd.: nordsiden av Olvikvandet. Hemnes pgd.: Tverfjeld i Lerskardalen (A. Blytt). Mo pgd.: Hammernesflaagene og Storsteinli paa nordsiden av Langvatnet, Rufsholm ved Langvasaaga; Brundalen under Svartisen.

H. subarctium Norrl. Herøy pgd.: Gjesfjorden paa Dønna. Vefsen: Oifjeld, ved veien mellem Fokstad og Ravatnet (A. Landmark), ved Kløvjemo. Hatfjelddalen: Krutnesset ved Rosvand. Lurøy pgd.: aasen ovenfor Bratland. Nesna pgd.: Myklebostad — henimot Sjonbotnet. Hemnes pgd.: ved prestegaarden (A. Landmark). Mo pgd.: Bjellaanes i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

H. praecipuiforme Dahlst. Lurøy pgd.: Klippingvaag paa Stigen (forma); Bratland.

H. megalodon Dahlst. Alstahaug pgd.: Sandnessjøen (A. Landmark).

H. diaphanoides Lbg. Alstahaug pgd.: Husvær og Sauøen; Herøy pgd.: Nordre og Søndre Herø.

Avviket fra typen ved spidsere svøpblade, av hvilke de ytre og tildels (svakere) de indre i kantene er stjernehaarede, samt ved lavere vækst og sterkt sammendragen kurvstand.

V. *Rigida*.

H. dissolutum Dahlst. Vefsen: ved Kløvjemo.

H. rectum Dahlst. Alstahaug pgd.: Meisfjorden. Vefsen: mellem Mo-sjøen og Halsøy; Reinsfjeld, Turmo, Baatfjeldmo, mellem Laksfors og Glugvashaug samt ved Fellingfors (de sidste steder samlet av A. Landmark); mellem Hjortskarmo og Hjortskarmostølen i Svenningdalen; Kløvjemo, mellem Fiplingkroken og Lille Fiplingdal. Mo pgd.: Ravnaa og Storsteinli ved Langvandet; Nævernes, Dunderland og Bjellaanes i Dunderlandsdalen (A. Blytt, fra alle disse tre steder som *H. sparsifolium* Lbg. Bl. N. Fl.).

En form med tæt smaatandede blade med tydeligere fremtrædende nervatur samt noget rikere haarklædning paa blade og stængel (v. *expressum* Om.) er av A. Landmark samlet ved Turmo i Vefsen.

H. stictophyllum Dahlst. Alstahaug pgd.: Sandnessjøen paa Alsten (A. Landmark); Krokvik i Meisfjorden. Nesna pgd.: Tomma: nær Husby. Lurøy pgd.: Selvær, Dørvær.

VI. *Prenanthoidea*.

a. *Semidovrensia*.

H. glaucellum Lbg. En form, der avviker fra Lindebergs form ved teml. talrike kjertler og enkelte haar paa kurvstilkene, mindre av stjernehaar paa svøpet, især paa spidsen av svøpbladene, er samlet i Sjonen i

Nesna ved Stien. En anden lignende form med kortere svøb og mindre kurver mellem Smalsundmoen og Anders Larsafjeld i Korgen.

En *Semidovreense*-form ogsaa samlet paa Tverfjeld i Lerskardalen i Korgen av A. Blytt.

b. *Dovrencia*.

H. macrellum Om. En form skilt fra den typiske kun ved noget tykkere, rikeligere haarede svøb. Vefsen: under Dolstadaasen nær Andaas; Alsgaard (A. Landmark).

H. praecanulum Om. n. f. Caulis 2—4 dm. altus, inferne fuscescens leviter stellatus dense — ima basi confertim — pilosus, superne dense stellatus pilis sparsioribus glandulisque solitariis adpersus. Folia basalia pauca emarcescentia oblongo-elliptica subobtusata brevius longiusve petiolata, caulina 3—6 sursum sensim decrescentia irregulariter inaequaliterque dentata, inferiora elliptico-lanceolata, interdum supra medium latissima, acuminata basim versus semi-amplexantem sensim angustata vix petiolata, intermedia lanceolata vel late lineari-lanceolata sat breviter acuta basi vix amplexante rotundata, superiora angusta \pm reducta, omnia supra glabra vel inferiora subglabra, marginibus sat dense ciliata, subtus sparsim, in costa densiuscule pilosa, superiora intermediaeque insuper levissime stellata. Anthela laxa composita indeterminata, ramis longis tenuiter floccosis subcanis glandulis pilisque tenellis solitariis adpersis, summis apicibus 2—4-cephalis, acladio pedicellisque brevibus dense cano-tomentosis glandulis minutissimis densiusculis obsitis. Involucra angustissima canula basi descendente. Squamae latiusculae in apicem obtusulum vel subacutum attenuatae, in dorso fusco-virenti leviter ad margines et in apicibus dense floccosae, epilosae, glandulis tenuissimis sat frequentibus vestitae. Calathidia obscure lutea parva sat radiantia. Stylus siccus fuscus.

Erindrer med hensyn til kurvstillingens udvikling, svøbets form og beklædning om *H. leiophyton* Dahlst. (dog tættere stjernefilt paa svøbbladens spidser), medens den med hensyn til bladens form, dentikulation og beklædning nærmer sig *H. gracilentipes* Dahlst. Kun nogle faa eksemplarer.

Herøy pgd.: Donna: mellem Hagen og Breiviken, Berfjorden.

H. ithyphyton Om. n. f. Caulis 3—5 dm. altus, inferne levissime stellatus densiuscule pilosus, superne densius stellatus glandulis minutis sparsis pilisque rarissimis obsitis, interdum usque a basi ramiger. Folia basalia pauca, nunc omnia late oboblonga — oblanceolata breviter acuminata subpetiolata, nunc exteriora elliptico-ovalia subobtusata basi in petiolum angustum cito contracta, interiora lanceolata acuminata deorsum in

partem basalem angustam sensim attenuata, omnia minutissime denticulata, subtus subnuda, sparsim — densiuscule (in costa dense) pilosa, exteriora etiam supra sparsim — densiuscule pilosa, marginibus densiuscule breviterque ciliata; folia caulina 3—5 in bracteas sensim decrescentia sessilia, imma saepe sat magna oblanceolata breviter acuminata intermediaque lanceolata dense et minute denticulata vel denticulato-undulata basim versus semi-amplectentem sensim attenuata, superiora anguste lanceolata acuta, omnia subtus \pm minus stellata sparsimque pilosa, marginibus \pm ciliata. Anthela polycephala laxa composita indeterminata, ramis summo apice 2—3-cephalis pedicellisque cano-floccosis densiuscule glanduliferis. Involucra crassa fusco-virentia glandulis gracilibus longiusculis densiuscule vestita. Squamae latiusculae in apicem obtusulum — acutum attenuatae, interiores subulatae late viridi-marginatae. Calathidia magna radiantia. Stylus siccus leviter fuscescens.

Utmerket især ved de smale, jevnt smaatandede blade, det tæt kjertelhaarede svøb, som mangler langhaar og kun i kantene av de ytre svøbblade har tettere stjernehaar.

Hatfeldalen: Sjaavik.

H. gracilentipes Dahlst. (modific.). Mo pgd.: Ravnaa og Hammernesflaagene ved Langvatnet; under Storfjeldet ovenfor Rausandaksla; under Brunstadtind i Tveraadal.

v. pilipes Dahlst. Herøy pgd.: Berfjorden paa Dønna.

H. loxolepis Om. n. f. Caulis inferne intense fusco-violaceus nudus densiuscule villosus, superne dense stellatus sparsim pilifer, summo glandulis solitariis adpersus. Folia basalia longe petiolata, oblongo-ovalia — oblonga obtusa vel interiora elliptico-lanceolata breviterque acuminata, omnia minute et acute dentata, basi breviter vel interiora longius decurrentia, supra subtusque \pm pilifera; folia caulina 5—8, in bracteas sensim decrescentia, ovata — ovato-lanceolata acuta dense aequaliterque acutissime dentata, imma in petiolum alatum cito attenuata, intermedia amplectenti-sessilia, in utraque pagina leviter — superiora densius — stellata, marginibus dense ciliata, subtus sparsim, in costa dense pilosa. Anthela oligo- vel polycephala, \pm composita, summo apice (acladio saepe brevissimo) contracta, de cetero laxa, indeterminata, ramis apice 2—3-cephalis pedicellisque dense cano-tomentosis glandulis tenellis sparsis vel interdum frequentioribus, rarius quoque pilis solitariis obsitis. Involucra crassiuscula basi ovoideo-rotundata — truncato-rotundata squamis basalibus vulgo laxioribus. Squamae latae in apicem obtusulum vel acutum attenuatae, exteriores intermediaeque obscure virescentes leviter stellatae in marginibus dense et distincte cano-floccosae, interiores \pm dilute virescentes,

omnes apicibus saepe valde falcatis \pm comatae glandulis gracilibus inaequilongis fuscis densiusculis — densis, interdum minutissimis paucioribusque vestitae. Calathidia parva, floribus involutis vel abbreviatis \pm tubulosisque. Stylus siccus ferrugineus.

En fremtrædende form, som især utmerker sig ved de tæt og jevnt skarptandede blade, de brede i spidsen sigdformede, i kantene smalt firtandede, tæt kjertelhaarede svøblade og ved sedvanlig indrullede kroner.

Hatfjeldsdalen: Krutnesset og Sjaaviken ved Røsvand, Breivik paa Røsvasholmen; Skarmodalen henimot Ørnesset. Mo: Ravnaa ved Langvatnet, under Storfjeld ovenfor Rausandaksla; Brundalen under Svartisen.

H. Olvikense Om. n. f. Caulis 3—6,5 dm. altus, inferne leviter stellatus et dense — imma basi confertim — pilosus, superne dense stellatus densiuscule — sparsim pilosus. Folia basalia pauca saepe florendi tempore emarcida petiolata, oblongo- vel elliptico-ovalia obtusa subintegra basi cito contracta, caulina 7—12 in bracteas sensim decrescentia, omnia sessilia vel infima petiolata, inferiora ovata vel ovato-elliptica obtusula vel brevius acuminata humiliter sparsimque dentata vel subintegra basi semiamplectente, intermedia ovato-lanceolata acuminata — acuta minute sparsimque dentata — denticulata basi lata rotundata subamplectente, superiora parva, omnia supra subglabra vel inferiora sparsim — densiuscule breviterque pilosa, marginibus dense breviterque ciliata, subtus levissime stellata densiuscule — in costa dense — pilosa. Anthela oligo- vel polycephala composita indeterminata, superiore parte sat contracta, ramis pedicellisque cano-tomentosis pilis brevioribus \pm frequentioribus glandulisque solitariis sparsis obsitis. Involucra parvula humilia atro-virescentia basi \pm truncata. Squamae a basi latiore in apicem obtusulum — acutum attenuatae, intermediae interioresque marginibus virescentes, omnes pilis brevioribus basi nigra apice canescentibus sat frequentibus glandulisque minutissimis sparsis — densiusculis vestitae, exteriores in marginibus extimis densius stellatae. Calathidia mediocria sat radiantia obscure lutea. Stylus siccus fuscus.

Utmerket ved høi, mangebladet, rikt haaret stængel, brede, egformede blade, av hvilke de nederste paa begge sider er teml. rikelig korthaarede, teml. rikelig graahaarede kurvstilke og smaa lave mørke svøp, som er haarede og kjertelhaarede, men ubetydelig stjernehaarede.

Luroy pgd.: nordsiden av Olvikvandet ved Aldersundet; Alderen: ovenfor Alderen gaard.

H. mutilatum Almqu. Former, som hører hit, indsamlet paa Lakshusnesset i Hemnes og ved Skalland i Vefsen (A. Landmark).

H. pachycephalum Lbg. var. (?). En form, som avviker fra hovedformen ved rikt haaret stængel, sterkere haarede blade, tæt og fint kjertelhaarede og tillike med enkelte haar besatte kurvstilke, er sandsynligvis at føre hit, men synes ogsaa at nærme sig *mutilatum* Almqu.

Nesna pgd.: Stiauren og mellem Stien og Fransvikfjeldet i Sjonen. Hemnes: Bryggefjeld i Korgen (A. Blytt) og under Hatten paa grænsen mot Vefsen.

H. obtusissimum Almqu. (formae). Alstahaug pgd.: Krokvik i Meisfjorden. Hatfjelddalen: Sordalen paa Røsvandets østside. Nesna pgd.: Nesna (W. Arnell); Sjonen: mellem Pollen og Pollvand i Nordfjorden og ved Strandevand. Hemnes pgd.: Hemnes (A. Blytt); nær Lien og under Anders Larsafjeld. Tverfjeld i Lerskardalen (W. Arnell og A. Blytt). Mo pgd.: ved Svartisvand og Storsteinli paa nordsiden av Langvatnet.

En hithørende form, som avviker fra typen ved høiere og mørkere, svakere stjernehaaret svøp (f. *amaurodes* Om.), er i faa eksemplarer indsamlet i Selvær og Dørvær.

H. aphelophyllum Om. (formae). Hatfjelddalen: Aakervik ved Røsvand. Lurøy pgd.: Hagen paa Lurøen, Stuvland paa Alderen; under Vastind og ved nordsiden av Olvikvandet mot Aldersundet. Mo pgd.: Hammernesflaagene ved Langvatnet og Avadalen nær dettes nordvestlige ende, under Burfjeldet ved Ravnå, mellem Fiskkjønmoen og Glaamvand, Rufsholm ved Langvasaaga, ved Svartisvand.

De fleste av disse former avviker fra de i Telemarken optrædende former ved mere tandede blade. Enkelte nærmer sig ogsaa ved svøpets beskaffenhet eller ved rikeligere haar paa stængelen mere til *H. obtusissimum* Almqu.

H. hedyopum Om. n. f. Caulis 3—6 dm. altus, inferne fuscescens subnudus sparsim villosus vel subglaber, superne leviter — densius stellatus subglaber. Folia prasino-viridia violascentia, supra glabra vel inferiora subglabra, marginibus confertim et brevissime ciliata, subtus breviter sparsimque vel in costa densiuscule pilosa, superiora subtus leviter stellata, basalia pauca oblongo-ovalia — anguste elliptica \pm obtusa in petiolum longum angustum attenuata, caulina 4—6 in bracteis sensim decrescentia, inferiora elliptico-lanceolata subacuminata basi in petiolum longum alatum caulem amplexentem citius vel sensim attenuata, intermedia angustiora sessilia acuminata basi lata semiamplectente, superiora parvula ovato- — triangulari-lanceolata acuta, omnia marginibus minutissime sparsimque denticulata subintegra, rarius dentibus majoribus sparsim dentata. Anthela oligocephala simplex vel composita laxa, ramis summo apice saepe bicephalis, pedicellis acladioque saepe brevissimo cano-tomentosis infra involucrum

eximie canulescentibus glandulis minutis solitariis piloque uno alterove brevi adpersis. Involucra atro-virentia sat lata basi truncato-rotundata. Squamae exteriores late sublineares apice rotundatae, intermediae protractae obtusae, interiores angustae obtusae late viridi-marginatae, intimae paucae subulatae, omnes apicibus comatae pilis longiusculis sat rigidis imma basi nigricanti frequentioribus glandulisque minutissimis sparsis vestitae, exteriores in marginibus densius dorso leviter stellatae, ceterae levissime stellatae. Calathidia mediocria obscure lutescentia sat radiantia. Stylus siccus fuscus.

Utmærket ved den svake og fine haarbeklædning paa stængel og blade, bladkantenes yderst tætte og fine ciliering og svøpets beskaffenhed. Svopbladenes form erindrer noget om *H. amblylepium* Dahlst.

Nesna pgd.: ved Stien i Sjonen. Mo pgd.: Bredek i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

H. artatum Elfstr. Et par eksemplarer, som sandsynligvis er at henhøre til denne art, er indsamlet i Hammernesflaagene ved Langvatnet i Mo pgd.

v. *decomatum* Om. n. v. Ab *H. artato* Elfstr. (Dahlst. Herb. Hier. Scand., Cent. VI, no. 62) involucris pedicellisque epilosis sparsim glanduliferis recedens.

Nesna pgd.: mellem Stien og Fransvikfjeldet i Sjonen.

H. praefoliatum Om. n. f. Caulis ad 5 dm. altus, inferne fuscescens subnudus sat dense et longiuscule pilosus, superne densius floccosus densiuscule — parce pilosus, sat dense foliatus. Folia basalia pauca longe et anguste petiolata elliptico-ovalia — anguste elliptica \pm emarcida, caulina 7—10 latissima tenuia subtus pallido-glauescentia minute sparsimque dentata vel subintegra, imma elliptica breviter acuminata in partem basalem latam vel angustam interdum longam petioliformem attenuata, intermedia proximaque late ovata breviter acuta basi amplexante sessilia, suprema parvula cito decrescentia, omnia supra glaberrima, marginibus dense breviterque ciliata, subtus in costa leviter stellata densiuscule pilosa, de cetero nuda sparsim pilosa, suprema tamen quoque extra costam leviter vel densius stellata. Anthela oligo- vel polycephala composita, ramis pedicellisque dense albo-tomentosis pilis brevibus basi nigra apice canescentibus sparsis — sat frequentibus glandulisque solitariis adpersis. Involucra crassa basi truncato-rotundata, subatra variegata. Squamae obtusae, exteriores ovato-triangulares, intermediae late lanceolatae concolores, interiores angustiores viridi-marginatae, omnes apicibus breviter comatae, pilis breviusculis basi longa nigra apice canescentibus densiusculis, glandulis paucioribus nigris parvis intermixtis, vestitae, exteriores dorso atro-vire-

scentes subnudae, marginibus conspicue floccoso-limbatae, ceterae subnudae. Calathidia radiantia sat magna. Stylus siccus subniger.

Utmerket ved sine store brede kort tilspidsede, fint smaatandede næsten helrandede blade. Staar nær *H. praelucidum* Om.

Lurøy pgd.: liene op for Lurø gaard (litet udviklede kurver). Tidligere fundet ved Brønnø av A. Landmark (i fuld blomst).

Nær til denne slutter sig en form (v. *Alderense* Om.), der synes skilt ved noget sterkere udviklede bladtænder, rikere stjernehaarbeklædning paa undersiden av bladene. Kun indsamlet i faa eksemplarer. Lurøy pgd.: Stuvland paa Alderen paa stenet strand. Dønnesfjeld paa Dønna (noget avvikende fra Stuvlandsformen).

H. colocephalum Om. n. f. Caulis 4—6 dm. altus, inferne fusco-violaceus subnudus densiuscule et longe pilosus, superne leviter stellatus pilis sparsioribus glandisque solitariis adpersus, 7—14-folius. Folia tenuia \pm maculata, inferiora subtus \pm rubescentia, imma longe petiolata elongate oblonga — oblongo-lanceolata obtusa — subacuminata basi in petiolum sensim attenuata, intermedia superioraque sessilia anguste lanceolata acuminata — acuta, omnia crebro obtuseque dentata vel sparsim et minute denticulata — subintegra, marginibus dense ciliata, inferiora utrinque sparsim pilosa, cetera supra glabra subtus parce pilosa, superiora insuper levissime stellata. Anthela parva composita contracta vel inferiore parte laxior, ramis pedicellisque brevibus dense cano-tomentosis glandulis minutis sat crebris vel sparsioribus pilisque raris — sparsis adpersis. Involucra parvula crassa basi subtruncata, squamis latissimis obtusissimis obscure virescentibus glandulis minutis crebris, interdum pilo uno alterove immixto, et floccis sparsis ad margines densioribus vestitis, apicibus \pm comatis. Calathidia obscure lutescentia parva ligulis abbreviatis. Stylus siccus ferrugineus vel fuscus.

Utmerket især ved de korte, tykke, tæt med fine kjertler besatte, næsten haarløse og svagt stjernehaarede svøb, meget brede, avrundet butte svøbblade, smaa kurver og rik behaaing, især paa de nedre deler av planten. Bladene er sedvanlig mere eller mindre purpurplettede, paa undersiden rødlig anløpne. Vel nærmest at henhøre til *Dovrencia*.

Alstahaug pgd.: Vatne indenfor Leirfjorden (A. Landmark). Mo pgd.: Storsteinli paa nordsiden av Langvatnet, Rufsholm ved Langvasaaga; Messingsæter i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

c. *Prenanthoidea genuina*.

H. subelatum Almqu. Former, som gaar mot denne art, er indsamlet i Hatfjeldalen ved Krutnesset og under Hatten ved grænsen mellem Vefsen

og Ranen. En form, der synes at være **charactophyllum* Om., er samlet i Nordsjonen henimot Pollvand i Nesna (et eneste ekspl.).

En særdeles bred- og tætbladet form, som minder om *H. subelatiforme* Om., er samlet ved Børresteinli i Hemnes (A. Bl.).

H. eurylophum Om. Nesna pgd.: Dønnes og Dønnesfjeld; mellem Stiauren og Stien samt ved Helgaavand i Sjonen (forma). Korgen: under Maaltind i Bjerkadalen; Tverfjeld i Lerskardalen (W. Arnell og A. Blytt). Mo pgd.: Storsteinli paa nordsiden av Langvatnet, under Storfjeld ovenfor Rausandaksla og ovenfor Rufsholm ved Langvasaaga.

H. furvescens Dahlst. Nesna pgd.: mellem Pollen og Pollvand i Nordfjorden i Sjonen. Korgen: under Anders Larsafjeld, under Maaltind i Bjerkadalen, mellem Aven og Rundtind. Mo pgd.: under Brunstadtind i Tveraadalen, lier mot Svartisvand.

VII. *Foliosa*.

H. strictum Fr. Alstahaug pgd.: Skei paa Alsten. Mo pgd.: mellem Fiskkjønmoen og Glaamvand, ved Svartisvandet. Under Hatten paa grænsen mellem Vefsen og Ranen (v. *stylosum* Lbg. exsicc. nr. 95).

H. platylepioides Dahlst. S. Herø (A. Landmark).

H. hirtellum Lbg. Vefsen: Fokstad (A. Landmark), under Dolstad-aasen nær Andaas. Nesna pgd.: Tomma; mellem Myklebostad og Sjonbotnet og mellem Pollen og Pollvand i Nordsjonen. Mo pgd.: Svartisdal. En mere spredtbladet form med tættere kjertler paa svøpet er samlet av A. Landmark ved Bjørnaavand i Vefsen og en anden spredtbladet form av Ove Dahl mellem Stiauren og Stien i Sjonen.

H. spissifolium Om. Caulis 2—3 dm. altus glaber rubrofuscescens, superne virescens leviterque stellatus, 15—20-folius. Folia rigidiuscula breviuscula subintegra dilute viridia, subtus paullo pallidiora et dense at indistincte reticulata — inferioribus exceptis subtus sparsim pilosis — glaberrima, supra nuda vel superiora subnuda, subtus leviter stellata, infima florendi tempore emarcida, proxima sat distantia, subpetiolata lingulato-lanceolata breviter acuminata, cetera sessilia lanceolata acuta valde conferta, suprema tamen \pm remota. Anthela simplex vel parum composita indeterminata, ramis pedicellisque sat patentibus gracillimis subrectis cano-floccosis epilosis et eglandulosis. Involucra obscure virescentia crassiuscula basi rotundata, postremo truncata, floccis densiusculis vel sparsis sat aequaliter distributis pilis basi nigra apice canescentibus sparsis et glandulis solitariis interdum nullis vestita. Squamae fere concolores perobtusae, exteriores angustae, intermediae latae, apicibus leviter comatae. Calathidia magna sat radiantia. Stylus siccus fusco-niger.

Tilhører *corymbosum*-serien. Kjendes fra andre former av denne gruppe ved de korte, særdeles tættstillede, spidse næsten helrandede blade og det teml. jevnt, spredt stjernehaarede og tillike spredt langhaarede, men næsten eller helt kjertelløse svøp.

Alstahaug pgd.: Sandnessjøen (A. Landmark).

H. corymbosum Fr. subsp. Mo pgd.: ovenfor Rufsholm ved Langvasaaga.

H. detruncatum Dahlst. Alstahaug pgd.: Blomsø i Leirfjorden. Vefsen: under Dolstadaasen nær Andaas, under Hatten mellem Vefsen og Ranen. Nesna pgd.: mellem Pollen og Pollvand i Nordfjorden i Sjonen.

En antagelig nærstaaende form fra Tjøtta har Dahlst. i Landmarks herb. benævnt *H. Wittrockianum* Dahlst. Den er skilt ved tætttere, skarpt tandede blade, teml. rik haarbeklædning paa de nedre blade etc.

H. pychnophyllum Lbg. Herøy pgd.: S. Herø. Alstahaug pgd.: Blomsø. »Ad lit. insulae Rison Nordlandiae« (Lindebergs exsicc. nr. 149).

H. polycomum Dahlst. En form, som ved sine brede, grovtandede blade minder om *H. atelodon* Om. Nesna pgd.: Dønnesfjeld paa Dønna; mellem Myklebostad og Sjonbotnet; Nesna og Hammerø (A. Blytt).

H. angustiforme Dahlst. Alstahaug pgd.: Sandnessjøen (A. Landmark).

H. crocatum Fr. forma. Lurøy pgd.: under Vastind nær Aldersundet. Hemnes pgd.: Tverfjeld i Lerskardalen (A. Blytt og W. Arnell).

H. angustum Fr. Alstahaug pgd.: Blomsø; Leirfjorden. Nesna pgd.: mellem Myklebostad og Sjonbotnet, ved Strandevand, mellem Pollen og Pollvand. Hemnes pgd.: Brendberget (A. Blytt), Tverfjeld i Lerskardalen, Lille Bryggefjeld. Mo pgd.: Mo (A. Landmark), Ravnaa og Storstienli paa nordsiden av Langvatnet, under Storfjeld ovenfor Rausandaksla, Svartisdal, ovenfor Rufsholm ved Langvasaaga; Almlien i Dunderlandsdalen (A. Blytt).

v. exochriflorum Om. n. var. Foliis anguste sublinearibus obtusioribus densius congestis, involucris humilioribus nudioribusque propemodo eglandosis et floribus pallidis, in speciminibus, quae in manibus habemus, ± involutis a forma typica clare diversum. Mo pgd.: Mo (A. Landmark).

H. umbellatum L. (formae). Mørkgrifledede former er samlet: Selvær. Hemnes: ved veien langs Gangviken og ved prestegaarden (A. Landmark); Brendberget, Prestenget og Finbakken i Lerskardalen (A. Blytt og W. Arnell).

Lignende former, men med gule grifler er samlet: Alstahaug pgd.: Sandnessjøen (A. Landmark); Blomsø; Leland i Leirfjorden; S. Herø; under Dolstadaasen i Vefsen og under Hatten mellem Vefsen og Ranen.

Tilføielser og rettelser.

S. 85 flg. Den svenske botaniker, mag. AUG. HEINTZE, der sommeren 1909 reiste gjennom Vefsen og Hatfjelddalen til svensk Lappland, har, efterat dette avsnit var trykt, meddelt mig nogle av sine iagttagelser paa norsk grund.

Almdalen, nær Fellingfors i Vefsen, anser han for den merkeligste lokalitet, han besøkte. Herfra har han optegnet: *Ulnus montana*, *Woodsia alpina*, *Convallaria majalis*, *Epipactis rubiginosa*, *Silene rupestris*, *Actaea spicata*, *Erysimum hieraciifolium*, *Saxifraga Cotyledon* (bladrosetter), *Alchemilla alpina*, *Anthyllis Vulneraria*, *Viola mirabilis*, *Impatiens Noli tangere*, *Galium triflorum*, *Campanula latifolia*, *Erigeron borealis*. Vi har altsaa ogsaa her i Øvre Vefsen paa kalkholdig underlag i selskap med almen den samme rikholdige og interessante flora som i aasene ved Mosjøen og i Bjørnaadalen.

Av sjeldnere arter fra grænsedistriktet mot Sverige (i Skarmodalen og Susendalen) anfører han eksempelvis: *Aspidium Lonchitis*, *Phragmites communis*, *Carex atrata*, *C. atrifusca*, *Eriophorum callithrix*, *Juncus arcticus*, *J. castaneus*, *Orchis incarnatus*, *Cerastium Edmondstonii*, *Saxifraga adscendens*, *Astragalus oroboides*, *Ranunculus aquatilis* v. *eradicatus*, *Viola mirabilis*, *Circaea alpina*, *Veronica scutellata* (smlgn. s. 93—96).

S. 105 l. 19 f. o. staar *Salix rupestris* i stedet for *Salix reticulata*.

S. 154. Foruten de her anførte *Salix*-bastarder findes der ifølge salicologen S. J. ENANDER, der velvilligst har undersøkt endel av det indsamlede materiale, fleresteds former, der synes at maatte tydes som *Salix nigricans* \times *S. phylicifolia* eller *Salix glauca* \times *S. nigricans* \times *S. phylicifolia*. Et ganske litet skud fra dyndet ved Østerdalsisen i Mo (smlgn. s. 121) anser han for »mycket lik *Salix glauca* \times *S. phylicifolia* f. *medians* sf. *longula*, nr. 141 in *Salices Scand. exsicc. Enandri*«.

En form av *Salix arbuscula* fra Store Akersvatn ved Umbugten i Mo opfattes som *Salix arbuscula* \times *S. lapponum* f. *subarbuscula*, »nästan identisk med *S. arbuscula* L. v. *gracilescens* N. J. Ands.«.

S. 186. Foran *Achillea Ptarmica* indskytes:

Anthemis tinctoria L. Indre Vefsen i dyrket eng med følg. (Aug. Heintze).

S. 197. *H. Luroense* er if. Omang at henføre til *Caesia* (under korrekturen).

Trykt 27de mars 1912.

A NEW DOWNTONIAN FAUNA
IN THE SANDSTONE SERIES OF
THE KRISTIANIA AREA

A PRELIMINARY REPORT

BY

JOHAN KIÆR

VIDENSKAPSSKAPETS SKRIFTER. I. MAT.-NATURV. KLASSE 1911. No. 71

UTGIT FOR FRIDTJOF NANSENS FOND

KRISTIANIA

ON COMMISSION BY JACOB DYBWAD

1911

Fremlagt i fellesmøte den 3. mai 1911.

CONTENTS.

| | Page |
|---|------|
| Introduction | 5 |
| The Sandstone Series and its Occurrence in the Kristiania Area | 7 |
| The Occurrence and Development of the Sandstone Series in Ringerike | 8 |
| The Fossiliferous Section at Rudstangen | 10 |
| The New Fauna | 14 |
| Stratigraphical Results | 20 |

Introduction.

The youngest Silurian limestones and shales with marine fauna in the Kristiania area are superimposed by a huge series that in the main is composed of sandstone. This *sandstone series*, which forms the completion of our palæozoic sediments, and which was designated stage 9 by KJERULF (stage 10, BRØGGER) has been studied but slightly from a stratigraphical point of view, and it has been impossible so far to determine the age, owing to lack of fossils. As it superimposes conformably very young Upper Silurian limestone of the Ludlow series, and its sediments remind one of the facies development of the Old Red sandstone, Murchison as early as the year 1844, assumed that it was Devonian. This theory has been accepted by most Norwegian geologists since that time, and I came to the same conclusion during my investigations of the Upper Silurian in the Kristiania area (1908).

In the following paper I shall give the first account of my discovery of undoubted fossils in this series. In the lower part I found a remarkable new fauna, which is not only of considerable palæontological interest, but which has also great stratigraphical significance. It shows that our previous views respecting the age of the sandstone series have been erroneous.

In the autumn of 1909 I commenced to study the lower part of the sandstone at Ringerike, which was to some extent known to me from my earlier investigations. I was fortunate enough immediately to make a discovery that far exceeded my expectations.

In the section of the lower part of the sandstone series at Rudstangen on the west side of Kroksund, we discovered the first remains of fish in the solid rock. Although this first fragment of fish was almost the only one that could be seen on the surface of the rock, it was found on closer examination that these layers contained the remains of unique fishes and crustaceans in quite considerable quantities. Moreover one quite new fauna

in our palæozoic series was discovered here. By dint of strenuous labour I succeeded in making a good collection in 1909, this consisting of Gigantotracs, Phyllocarids, and Ostracoderm fishes. As the fish fossils were found to be unusually well preserved, I began a more extensive quarrying of the band last Summer (1910), and I collected a large quantity of material, which in addition to a number of fragments contains many excellent specimens. As I intend to continue the work of collection next summer, and as the palæontological description will occupy considerable time, I propose to give now a preliminary report of the new discovery and its significance. At the same time some new observations of the development of the sandstone series in Ringerike will be given. In a later paper I hope to be able to offer a minute description of the new fauna and of the sandstone series in general.

The Sandstone Series and its Occurrence in the Kristiania Area.

According to the older maps and the brief accounts of KEILHAU, KJERULF and T. DAHLL, which are still our most important authorities, the sandstone series in the Kristiania area appears as a number of somewhat small disconnected areas, the remains of a large, continuous region, the original limits of which cannot now be determined with certainty. The existing areas most frequently form comparatively narrow marginal zones around the huge beds of Porphyry, under which most of the sandstone is hidden. The sandstone appears everywhere to accompany the Upper Silurian sediments conformably, and to lie evenly above them. In some sections, it is true, KJERULF believed he could show that the upper part of the sandstone was deposited unconformably on the older beds; according to BRØGGER'S subsequent investigations this theory is not the true one, since the apparent unconformity is due to later faults.

The total thickness of the sandstone is estimated by KJERULF as from 1000 to 1200 feet (314—376 m.), but this estimate, according to my investigations, appears to be too low, at least as regards Ringerike.

According to the descriptions given, the most common sediments are red and gray sandstone — frequently in thick beds — slaty sandstone, and gray or red shale. Both KEILHAU and DAHLL assert that the richest deposits of shale are found in the lower part of the series. The latter is completed uppermost by a quartz conglomerate, which is then directly covered by the beds of dark essexitporphyrite.

The beds of sandstone often show cross-bedding and ripplemarks. Hitherto fossils had not been found in solid rock. I must however mention that small indeterminate fragments of fish were found by BJØR-LYKKE, near Aas Agricultural High School, in a sandstone boulder which presumably came from the Ringerike district. Further, TH. MÜNSTER

many years ago, discovered distinct trail marks of a crustacean on a slab from the lower part of the series in the section at Kroksund in Ringerike. This specimen is to be seen in the Palæontological collection of the University of Kristiania. One of these trails corresponds quite closely with those very commonly found in the section of Rudstangen in Ringerike. On the same slab we notice another trail of quite a different kind which has not been found again.

The sandstone in Brumunddalen as is well known, occupies a peculiar position. According to investigations made by BJØRLYKKE and by the present writer, it must be assumed that the formation of this sandstone had commenced as early as the Wenlock period. No fossils were discovered in this district either.

The Occurrence and Development of the Sandstone Series in Ringerike.

My investigations of the Sandstone Series were begun in the Ringerike district, where the whole series can probably be most easily studied. The following will be a short, preliminary account of the development of the series in Ringerike. It is based on studies of the nearest environs of Kroksund, Sundvolden, and Krokkleven, and probably may be modified to some extent by continued investigations.

The Sandstone Series here forms the beautiful and imposing precipice on the eastern side of Stensfjord and Tyrifjord, southward to Næs. The formation almost everywhere has a slight dip towards the south-east, and it is overlaid by the massive beds of porphyry that form the uppermost steep cliff of the entire ridge.

The well known section of Kroksund and Krokkleven, which in its broad features was drawn by MURCHISON¹ as early as 1844, shows the tectonic of this area. The section was subsequently exhibited by TH. KJERULF² in 1857, and later by the present author in 1908³. All these sections were drawn quite schematically.

As already indicated by KEILHAU, it seems natural to divide this huge series of sandstone into a *lower part* rich in shales, and an *upper part* poor in shales.

The lower part of the whole series is exposed on the Western side of Kroksund, where in the familiar section at the main road it is seen

¹ A lecture at a Naturalists' Meeting in Kristiania 1844.

² Ueber die Geologie d. südl. Norwegens, 1857. Pl. III.

³ Das Obersilur im Kristianiagebiete 1908. Profil pl. I.

to pass evenly over the fossiliferous Upper Silurian limestones and shales. The section is broken by Kroksund with its small islands. The complete series cannot therefore be seen at this spot, and the determination of its magnitude is also rendered difficult by the faults which undoubtedly cut through the Sound, although their dimensions cannot yet be determined with exactitude. I believe however, all the most important members of this series can be established. In the greater part of the lower series we find banks and layers of hard, compact, calcareous sandstone, with flakes of mica and shaly flakes, alternating with irregular thinly laminated schistose sandstone; we also find deposits of purer shale. The colour of these sediments is generally a deep reddish brown, more rarely a grayish brown or green. The compact sandstones have more frequently a paler tint.

In this vast series, thick compact beds of calcareous sandstone occur at several levels and in considerable bulk.

The lowest of these is seen exposed in sections on the north-west side of Kroksund, on the little island in Kroksund itself, and on Ulv Island and the neighbouring small islands in Stensfjord. At these spots we invariably find between the thick beds of sandstone of an ordinary type, irregular beds of a redbrown, characteristic sandstone that is more calcareous, often with a fine diagonal bedding. It is possibly in these beds, that the small fragmentary fish remains discovered by BJØRLYKKE in a boulder near Aas High School of Agriculture, had their origin.

These beds are so characteristic that they could probably be employed for a minute classification of the lower part of the sandstone. I will not however for the present fix any definite zones, since further study would possibly lead to alterations.

The development of the series appears to have been somewhat uniform above and below the said horizon; I may however mention as one peculiarity of the upper beds, that the brown-red sandstone is often full of small concretions — both round and irregular — composed of a lighter compact limestone.

Some layers were also found with compact sandstone which cleaves in more or less even slabs, and is therefore used for flagstones.

Hitherto fossils and clear trail marks have only been found in the lower beds on the north-western side of Kroksund.

The upper part of the series forms — as already mentioned — the steep thickly wooded slope of the mountain right up to the precipice of porphyry, which crowns the whole series. The uppermost beds are covered with a mighty talus, formed for the most part of blocks which

have fallen from the porphyry wall. The lower part of this huge series consists of red-brown, micaceous calcareous sandstone, generally in thick beds. Crossbedding is common. These beds can also be split into slabs and used for flagstones and many other purposes. Slabs have been quarried here from olden times onwards, and a number of small quarries still exist, although they are now for the most part abandoned. Small flakes of shale are quite common in the sandstone, but thin layers of shale are rare. In the upper beds, brown-red sandstone alternates with a slightly red, gray-green or greenish sandstone in beds of greater or smaller thickness. In the uppermost part the gray-green colour appears to predominate. The sandstone here too is micaceous and calcareous, about the same as farther down in the series.

The thickness of the sandstone series in Ringerike is here considerably greater than given by KJERULF. According to the sections, the lower part in the neighbourhood of Sundvolden, is at least 200 m. I have estimated the upper part at about 300 m. at least. The total thickness is then probably at least 500 m. I am however of the opinion that these estimates will prove much too low.

The Fossiliferous Section at Rudstangen.

The lowest schistose beds of the sandstone series are exposed only in two sections at Kroksund. One is the section previously known¹ at the main road between Kroksund and Vik, in which section the direct transition from the uppermost fossiliferous zone of Ludlow (9 g) to the red schists and calcareous sandstones can be studied with great ease. The second is situated farther in the south-west at Rudstangen, and as regards the Ludlow beds, has been briefly mentioned in my paper on the Upper Silurian².

In the first section real fossils have not hitherto been discovered. TH. MÜNSTER however, found here two different trails, one of which corresponds to those which occur quite commonly at Rudstangen.

I have myself discovered other curious impressions the origin of which cannot as yet be explained.

On the other hand, the section at Rudstangen is the only one where remains of animal life of our sandstone have so far been found.

Rudstangen is a beautiful richly wooded tongue of land, along the south coast of which the strata are well exposed. Furthest to the

¹ J. Kiær: Das Obersilur im Kristianiagebiete 1908, Pag. 115.

² Ibidem, Page 116.

east we find layers of blue-gray limestone alternating with gray-green marly shale. These belong to the uppermost marine Ludlow zone (9 g.) and contain characteristic fossils e. g. *Rhynchonella nucula* SOW, *Spirifer elevatus* DALM; *Beyrichia* sp., *Leperditia Norvegica* KLER, and a branched *Monticulipora*. These beds are separated from the red shales and sandstones farther to the west by a fault. The direct transition cannot be seen here. The fault is not a very large one, and I am inclined to believe that scarcely more than 15—20 m. of the series are covered by it. On the west side of the fault, according to this presumption, we should come 10—15 m. up in the lower part of the sandstone series.

The strike of the beds is about N. 85° — 90° O. and the dip 10— 12° South.

The following strata are to be seen here:

1. Lowest, uniform or schistose red-brown sandstone alternating with somewhat thin layers of shale of the same colour, to a depth of about 4 m. The sandstone is as usual slightly calcareous and micaceous. In the horizons of shale we generally find thin plates of brown-red calcareous sandstone, which in the uppermost of these horizons sometimes show trails of *Eurypterids*, *Merostomichnites* sp. This horizon may be named the lower horizon with trails.

2. A thick bed of brown or slightly-red uniform calcareous sandstone, often rich in shaly spots, about 1.3 m.

3. At first a thin layer of gray-green shaly sandstone, and later on a thicker bed of sandstone of the same colour in all about 0.25 m. Both beds contain slight quantities of copper and also badly preserved fragments of *Dictyocaris*, *Ceratiocaris*, and *Eurypterus* sp. Fragments of *Dictyocaris* are especially abundant in the upper sandstone bed. I have named this lower horizon with *Phyllocarids* and *Eurypterids*, the *Dictyocaris*-horizon.

4. Reddish-brown shale with some few beds of reddish sandstone, and some thin layers of gray-green shale, about 3 m.

5. Beds of varying thickness of gray-green calcareous sandstone, about 1.2 m.

6. Gray-green calcareous and argillaceous sandstone, which can be easily split into somewhat thin, and irregular slabs 27—30 cm. This gray-green band is succeeded in an upward direction by similar beds with a red-brown colour, about 14—15 cm. in thickness. These strata, which in all measure 42—45 cm., form the rich fossiliferous horizon at Rudstangen from which, especially in the gray green beds, I have collected a great deal of material, remains of crustaceans

and fishes. The state of preservation is often surprisingly good, especially in the lower gray green layer, which is slightly cupriferous. According to a preliminary analysis kindly made for me by Stud. Min. ANDRESEN, they contain about 0.17 ‰—0.23 ‰ of copper.

This rich upper horizon with *Phyllocarids*, *Eurypterids* and fishes I have named the fish horizon. The fossils are specially abundant in the lower, grey-green band. The following forms are found:

1. *Dictyocaris* sp. Very common.
2. *Ceratiocaris* sp. Not often in good specimens.
3. *Eurypterus Norvegicus* nov. sp. Very common.
4. *Eurypterus minutus* nov. sp. Rare.
5. *Eurypterus* sp. Rare.
6. *Pterygotus* sp. Rare in fragment.
7. *Aceraspis robustus* nov. gen. & sp. A new cephalaspidomorph fish. Very common.
8. *Micraspis gracilis* nov. gen. & sp. A new cephalaspidomorph fish. Not common.
9. *Pterolepis nitidus* nov. gen. & sp. A new anaspid fish. Very common.
10. *Pharyngolepis oblongus* nov. gen. & sp. A new anaspid fish. Not common.
11. *Rhyncholepis parvulus* nov. gen. & sp. A new anaspid fish. Common.

7. Reddish calcareous sandstone, often rich in shaly spots, in thick beds, ca. 3 m.

8. Redbrown shale with thinner and thicker slabs of redbrown calcareous sandstone, often with beautiful ripplemarks, 3—4 m. In the lower beds I found a poor fragment of *Eurypterus* sp., higher up there are thin slabs very rich in trails of a Eurypterid, *Merostomichnites* sp. This is the upper horizon with trails.

Higher up the series is not so well exposed; but trails are also found here.

In this section then, there are the following horizons with fossils and trails:

- I. The lower horizon with trails, about 3 m. up.
- II. The lower horizon with *Phyllocarids* and *Eurypterids* or the *Dictyocaris*-horizon, about 5.5 m. up.

- III. The upper horizon with *Phyllocarids*, *Eurypterids* and fishes or the fish-horizon, about 9.5 m. up.
- IV. The upper horizon with trails, about 16 m. up.

These horizons can also briefly be denoted by the number I—IV.

The New Fauna.

Fossils are found, as can be seen, in several horizons of this section, but it is however, principally in the upper horizon with *Phyllocarids*, *Eurypterids* and fishes that I have discovered a series of really definite forms. On the other hand, fossils are quite commonly found in this horizon in an unusually fine state of preservation, and so far as concerns several forms, quite commonly as complete or nearly complete specimens. This is especially the case with fishes, since here the softest parts of the body, which usually have entirely disappeared, have been discovered preserved in all details in many specimens. This circumstance renders my material particularly interesting from a palæontological point of view.

The new fauna, which I have discovered consists entirely of *Phyllocarids*, *Eurypterids*, and *Ostracoderm* fishes. Of the last mentioned I discovered two forms of the strange *Cephalaspidomorphi* and three forms of the beautiful *Anaspidæ*. As regards common marine animals, no trace was discovered. We are therefore evidently considering a freshwater fauna, and this fact fully agrees with the nature of sediments.

The said Crustacea and cephalaspidomorph fishes are, as is known, not unfrequent in brackish water- and fresh water-facies in the uppermost part of the Silurian and in Devonian.

Anaspid fishes, on the other hand, are very rare forms, hitherto only found in two areas. Some years ago they were at first found in the uppermost part of the Scotch Silurian, from which part TRAQUAIR has described the two genera *Birkenia* and *Lasanius*. Subsequently A. S. WOODWARD described the third genus *Euphanerops* from the Upper Devonian at Scaumenac Bay in Canada. Only one single badly preserved specimen of this last form is known. To this interesting order of very ancient fishes I am now able to add three new genera. In a great abundance of forms this order seems to have been of more consequence than has been presumed, among the fresh water fishes in the uppermost part of the Silurian.

*Phyllocarids.**Dictyocaris* sp.

Fragmentary fossils probably belonging to Phyllocarids often of very considerable size are very frequent in the fish horizon. They have also been found very richly, but in bad preservation in the *Dictyocaris*-horizon. Most of them have a peculiar, reticulate surface and belong to the strange form *Dictyocaris*, in the Scotch Downtonian that has been described by Salter. By the kindness of Dr. J. HORNE I have been enabled to compare my specimens with the Scotch ones.

Ceratiocaris sp.

In addition to *Dictyocaris*, remains of *Ceratiocaris*-forms have been found in both horizons. They are unfortunately not well preserved, and cannot be more exactly determined.

Eurypterids.

Remains of Eurypterids are very common, especially in the fish horizon. Two species of *Eurypterus* have been found in somewhat good specimens, and they are of consequence in determining the age of the strata. The trails, which occur very richly in one lower and one upper horizon, were probably produced by one of these forms. I therefore designate them *Merostomichnites*.

Eurypterus Norvegicus nov. sp.

The most common form, of which many well preserved specimens have been found in the fish horizon. A fragment, probably of the same form was found higher up in the series. It is somewhat doubtful, whether an Eurypterid fragment from the *Dictyocaris*-horizon belongs to this form or not.

This form is related to *E. lanceolatus* SALTER, that is characteristic of the Downtonian in Scotland. The body, however, is more slender in front, and the proportions of the abdominal segments are different. I therefore present it as a new species.

Eurypterus minutus nov. sp.

A quite small form, that is very rare in the fish horizon. It seems to be closely related to *E. pygmaeus* SALTER, that in England has been

found in the Downtonian Sandstone by Kington and in Upper Ludlow Shales and Passage Beds by Ludlow. The body in the Norwegian form is more slender and more elongated than in the English one; the eyes are much larger.

Eurypterus sp.

A specimen of a small *Eurypterus*, found in the fish horizon probably belongs to a third species. The caudal spine in this one is much longer and thinner than in the others previously mentioned.

Pterygotus sp.

A body segment from the fish horizon shows a typical *Pterygotus* sculpture. A lamelliform appendage and different other fragments probably also belong to a *Pterygotus*.

Merostomichnites sp.

Trails probably made by Eurypterids are, as already mentioned found in two horizons. They are found very abundantly especially in the upper one; the same trails were also found in the section at the highroad between Kroksund and Vik by TH. MÜNSTER.

Trails of a Crustacean.

In the section at the highroad between Kroksund and Vik Th. Münster also found an other small trail of a crustacean, that cannot yet be determined more exactly. Other mysterious impressions also occur here.

Ostracoderm Fishes.

Cephalaspidomorphi GOODRICH.

Cephalaspidomorph fishes are quite common in the new fauna; two forms are found, that differ considerably from each other in structure and size. Both of them are new, and they represent two different phases of development from the primitive *Ateleaspidae* to the true *Cephalaspidae*.

The largest and most common of these new forms is somewhat closely related to *Ateleaspis* TRAQU., but is more highly developed. I present it as a new genus, and in consequence of the truncated dorsal shield without cornua I have named it *Aceraspis*. It seems most natural

to form this genus into a new family, *Aceraspidae*, half-way between *Ateleaspidae* and *Cephalaspidae*¹. The new species will be named *A. robustus* on account of the robust structure of the body.

The smaller and rarer form is most nearly related to the typical *Cephalaspidae*, but has retained some primitive characters, that the typical forms of the genus *Cephalaspis* have lost. This must also be given as a new genus. The dorsal shield in this new form is very short and the body slender, and I therefore call it *Micraspis gracilis*. For the present it seems most natural to place this new genus into the family *Cephalaspidae*.

Both *Aceraspis* and *Micraspis* show two distinct dorsal fins. This is surprising, as the previously known forms of *Cephalaspidomorphi* are said to have one only. I believe however, that this difference is only apparent. The dorsal fin previously stated in the *Cephalaspidae* clearly corresponds with the hinder dorsal fin in the new forms. I now presume, that the foremost dorsal fin has been drawn into the dorsal shield and transformed into the characteristic dorsal spine in such forms as *C. Lyelli* AG. with a strongly developed dorsal shield. In other forms without a dorsal spine e. g. *C. Murchisoni* EG., this process of differentiation has not yet taken place, and therefore in the event of one finding better preserved specimens than have hitherto been forthcoming, we shall probably be able to assign two dorsal fins to the latter forms also.

These two new forms are of great interest, both from a palaeontological and a phylogenetical point of view. They prove that TRAQUAIR'S theory as to the derivation of the *Cephalaspidomorphi* from the highly primitive Upper Silurian *Coelolepidae* is the correct one. This series of evolutions, especially from *Ateleaspis* to *Cephalaspis*, will be one of the most complete amongst palaeozoic fishes.

Both forms have been found in my collection in extremely well preserved specimens, and it is to be hoped that it will be possible to reconstruct them completely, even as to the minutest details.

Aceraspis robustus nov. gen. et sp.

A medium sized, but strongly built form having a total length of 16.5—18 cm. from the snout to the end of the tail; the head shield takes up not quite one third of the length.

This form represents an intermediate link between *Atelaspidae* and *Cephalaspidae*. The head-shield is complete, but short, without a posterior median spine. Its posterior corners are truncated without cornua and

¹ GOODRICH, A Treatise in Zoology 1909. Fishes, Page 203.

extending in broad flexible flaps, that are almost completely coalescent with the body on the inner side. The transverse plates on the sides of the body are similar to those seen in *Cephalaspis Murchisoni* EG., to which in its appearance this species has some resemblance. The coalescence of the transverse plates with smaller ones is still evident.

The fringe-plates are very short. The caudal fin is markedly heterocercal. The underside of both the head and the body are covered with very fine plates or scales.

Very common in the fish horizon (III). In addition to a number of fragments I found a quantity of more or less complete specimens in an excellent state of preservation.

Micraspis gracilis nov. gen. et sp.

A small, slender form; complete specimens exhibit a total length of 8—9 cm., of which the dorsal shield includes less than one-third.

The dorsal shield, as in the previous instance, is furnished with complete armour; it is short and without dorsal spine. The corners are truncated without horns. They here develop into comparatively small, quite isolated flaps as in all the typical *Cephalaspidæ*.

The side plates are strong, almost upright; the fringe-plates long and powerful. The caudal fin is very long, and heterocercal. The under side of the head is covered with somewhat large, irregular polygonous plates; the under side of the body has strong transverse plates at the sides, whilst in the middle we find very fine plates or scales in oblique angular rows.

This form approaches the real *Cephalaspidæ* in its construction. It has been found in very good specimens, although it is rarer than *Aceraspis*.

Anaspida TRAQUAIR.

As regards the elegantly shaped *Anaspida*, which occupies quite an isolated position amongst Ostracoderms, three different forms occur in the rich fish horizon (III). One of these is very common, whereas the other two are comparatively rare.

All exhibit a distinct relationship to the genus *Birkenia* TRAQUAIR. The general shape of the body, the development of the dermal plates or scales, the ventral row of strong projecting scales, and the remarkable oblique row of small gill-openings (?) agree throughout. At the same time they all differ in important features from the former, which is the most typical, and the best known of *Anaspida*.

The most striking difference is found in the arrangement of the narrow dermal plates on the sides of the body.

In the case of *Birkenia*, these are chiefly set in regular oblique rows inclined forwards and downwards. In the new Norwegian forms they very distinctly separate into a dorsal and ventral section on both sides of a median line; above this they incline forwards, below this backwards. Thus they meet along the whole median line in regular angles, a peculiar feathery arrangement of the median dermal plates, giving these forms a characteristic appearance quite distinct from *Birkenia*. In consequence of this characteristic I have chosen the name *Pterolepis* for the most common of the new forms. There are, however, other differences that need not be mentioned here. The Norwegian forms must in consequence be placed in a new family *Pterolepidae*, adjacent to *Birkenidae*, *Lasaniidae* and *Euphaneropidae*.

In this new family it seems apparent, that the dermal plates at the side of the body correspond to the myotomes.

In the most primitive of the new forms, *Pterolepis nitidus*, nov. gen. et sp., the head is covered with small scales, about the same as in *Birkenia*. In another much larger form a peculiar system of large dermal plates has been developed on the under side of the head, while the other part of the head is covered with fine scales. I have therefore named this form *Pharyngolepis oblongus* nov. gen. et sp. In a third one, which is quite small, and which has been named *Rhyncholepis parvulus* nov. gen. et sp., the upper part of the head and the snout are also covered with a peculiar series of large dermal plates reminding one of the cranial bones of the *Crossopterygii*.

In this preliminary report I cannot give a more detailed account of these extremely interesting differentiations, which indicate remarkable new stages of development from the primitive forms which have hitherto been known as *Anaspida*.

Pterolepis nitidus nov. gen. et sp.

The dimensions of this form are about the same as in *Birkenia elegans* TRAQU. In specimens of medium size the total length is thus about 10 cm., but both smaller and considerably larger examples occur.

Excluding the different arrangement of the dermal plates on the side of the body, this form does not differ very widely in the other characteristics of the exoskeleton from *Birkenia*. The dorsal fin, however, is quite differently constructed, for the front is provided with a

powerful fin spine leading into a basal plate, a condition which hitherto has not been found in any Ostracoderm, but which reminds us of the construction of the fin in Acanthoderms and the Selachi. Ventral scales are much more numerous than in *Birkenia*; in this respect *Pterolepis* more closely resembles *Lasanius*.

Very common in the fish horizon III; a large quantity of excellent specimens have been discovered.

Pharyngolepis oblongus nov. gen. et sp.

This form is greatly elongated, almost eel shaped, and it is much larger than the previous one. The total length is at least 20 cm.

The exoskeleton entirely agrees in its main features with that of the previous species. The dermal plates on the head, on the contrary are quite different. The sides and upper portion of the side are covered with small elliptical or somewhat pointed scales, whilst the under side is provided with a system of larger plates of a very unique character, having the appearance of being a coalescence of the small scales that cover the under part of the head in *Pterolepis*.

The ventral scales are very numerous but not so sharp as in *Pterolepis* and the dorsal fin in this case lacks the remarkable dorsal spine.

This interesting species is rare in the fish horizon III. In addition to a number of fragments, only three somewhat complete specimens have hitherto been found.

Rhyncholepis parvulus nov. gen. et sp.

This form is quite small, the total length seldom exceeding 7 cm. The shape of the body is about the same as in *Birkenia*.

The exoskeleton is almost the same as in *Pterolepis*. The covering of the head with plates is however quite different both from the latter and *Pharyngolepis*, for the upper side is decked with a unique system of plates which remind one somewhat of the cranial bones in the *Crossopterygii*. The sides also, and the under side of the head are covered with dermal plates of considerable size.

The dorsal fin has no fin spine, but in front there are two large flat plates; the shape is somewhat flat, and much more elongated than in the other forms. This tiny form, which appears to present the greatest differentiation within the *Pterolepidae*, is also not very common in the fish horizon III.

It occurs in a number of good specimens.

Stratigraphical Results.

The new fauna is of great stratigraphical interest, being the first one discovered in the sandstone series.

The age of this series had previously to be determined by its connection with the underlying Upper Silurian strata with marine fossils. In my former monography on the Upper Silurian in the Kristiania area¹ I have compared the uppermost marine zone in Ludlow, the zone containing *Leperditia Norvegica* KLÆR (9 g), with the upper part of the Temeside Group in Shropshire. I therefore presumed, that the boundary between the Upper Silurian and the Devonian with great probability might be set directly above this zone. Our whole sandstone series was by this comparison to be regarded as Lower Devonian.

In consequence of this new discovery, however, the question must be taken up again.

This new fauna is so rich, that an approximate determination of the age might now be possible. As regards Gigantostracs, I have found three species of *Eurypterus* and one *Pterygotus*. The latter is so fragmentary, that its relationship cannot be determined. I found two species of *Eurypterus*, however, in well preserved specimens. None of them agree completely with previously known species, although they are so nearly related to species described from England and Scotland that they give a clear suggestion with regard to the determination of the age: *Eurypterus Norvegicus* nov. sp. is then closely related to *E. lanceolatus* SALT., which form is characteristic of the Downtonian in the Lesmahagow district in Scotland. Further the small *Eurypterus minutus* nov. sp. is quite closely related to *E. pygmaeus* SALT. from the corresponding uppermost part of the Silurian at Kington and Ludlow in Shropshire. I consider the relationship to be so close that in both cases we can speak of vicarious forms. Although species of *Eurypterus* have been found in certain facies from Wenlock to Devonian, the two Norwegian species seem to indicate the uppermost part of the Upper Silurian that is usually called the Downtonian by English and Scotch authors.

Such is also the case with the Phyllocarids. Fragments of the mysterious *Dictyocaris* with characteristic reticular sculpture, which form is very characteristic of the Scottish Downtonian, also occur in large quantities. Further fragments of *Ceratiocaris* have been found, but unfortunately not sufficiently well preserved, to allow of any exact determination

¹ Das Obersilur im Kristianiagebiete, pag. 551 and 538.

of their relationship to the Scotch and English species of a genus that is so common both in Ludlow and Downtonian.

In addition to Crustacea, the fauna comprises new forms of anaspid and cephalaspidomorph fishes as mentioned above.

Anaspid fishes, as is well known, have been found principally in the Downtonian of Scotland, but one species — *Euphanerops* — has been discovered in the Upper Devonian of Canada. This interesting group thus lived at any rate from the last part of the Upper Silurian to the upper Devonian period. As the two new Norwegian forms do not entirely agree with the Scotch forms, but constitute a new group, the anaspid fishes recently discovered do not provide sufficient data to allow of any definite conclusions regarding geological age.

The two forms of *Cephalaspidomorphi* which are to be seen in the new fauna are of greater consequence in this respect. As previously stated these form phylogenetical links between the Downtonian *Ateleaspis* and typical forms of *Cephalaspis*, which are common in Lower Devonian, but occur even in the passage beds to this formation. It is therefore probable, that the strata, in which the Norwegian forms have been found, are of Downtonian age. We therefore arrive at the same result as in the case of the Crustaceans.

In consequence of these facts it seems quite certain, that a parallel can be made between the lower part of the sandstone series in Ringelike with its fossiliferous horizons and the uppermost part of the Upper Silurian in Scotland and England, the so called Downtonian. I am inclined to believe, that most probably it should be compared with the middle part of this series (Downtonian). Though this is a question which cannot be dealt with in this preliminary report.

There is therefore good reason for believing that since the whole sandstone series in the Kristiania area forms a continuous series without unconformity, the whole series belongs to the youngest division of the Upper Silurian, or in other words, is older than the Devonian formation. This also agrees with the fact that our sandstone series has been affected by the Caledonian earth movement, which took place in Scotland between the Upper Silurian and the Devonian. Neither does the thickness of the sandstone oppose this theory, since the Downtonian series in Scotland is often of much greater thickness.

Former estimates of the age of the sandstone are therefore incorrect. We can say with absolute certainty that the lower part of this formation is of Upper Silurian (Down-

tonian) age and everything goes to prove that the upper portion also belongs to this division of the Silurian age.

The Sandstone series must in consequence be classified as the youngest part of our Upper Silurian.

The consequence is that my previous attempts at comparing our Upper Silurian must be modified to some degree. It is however outside the province of a preliminary report such as this to consider this question thoroughly. It can however be stated that the uppermost marine zone of Ludlow, 9g, the zone with *Leperditia Norvegica* KIÆR, can still be regarded as of Downtonian age, but I now compare it with the oldest part of this series and not with the youngest one as formerly. The transition from marine to non-marine facies thus took place in the Kristiania area some time after the beginning of the Downtonian period.

Our Downtonian sediments therefore, may either be classified as a special stage, Downtonian, as is commonly done in Scotland, or be regarded as the uppermost part of Ludlow. I consider the latter arrangement the better one. It then seems to be most natural for us to divide our Ludlow into two substages: a lower part with marine facies (the zones 9a—g) and an upper one with terrestrial and lacustral facies (the sandstone series).

I intend to work out a division of the latter into zones later on, when I have had an opportunity of studying the whole sandstone series more closely.

LES NAPPES DE LAVE, LES VOLCANS
ET LES SOURCES THERMALES
DANS LES ENVIRONS DE LA BAIE WOOD
AU SPITSBERG

PAR

A. HOEL ET O. HOLTEDAHL

AVEC UNE CARTE GÉOLOGIQUE ET HUIT PLANCHES

(VIDENSKAPSSKAPETS SKRIFTER. I. MATHEMATIK. KLASSE 1911. No. 81)

UTGIT FOR FRIDTJOF NANSENS FOND

CHRISTIANIA
EN COMMISSION CHEZ JACOB DYBWAD

1911

Fremlagt i fællesmøtet 3. mai 1911 ved prof. Brøgger.

CE MÉMOIRE FAIT PARTIE DES PUBLICATIONS
DE L'EXPÉDITION NORVÉGIENNE AU SPITSBERG 1909—1910
SOUS LA DIRECTION DU CAPITAINE GUNNAR ISACHSEN.

Préface.

Les résultats de l'expédition de 1909—1910 qui vont être publiés ici forment une section tout-à-fait spéciale comprenant la description des phénomènes volcaniques observés à proximité de la Baie Wood avant et après le milieu d'août 1910. Sur ce point, le travail avait été partagé de telle sorte que HOEL a opéré à l'ouest du fjord, dans la petite branche de la Baie Bock, où il a démontré l'existence d'un volcan, qu'il a étudié, ainsi que des sources thermales qui s'y rattachent; HOLTEDAHL à l'est du fjord, où il a découvert des nappes de lave.

On n'avait jamais observé précédemment ni de nappes de lave, ni de volcans, ni de sources thermales au Spitsberg.

La Baie Wood, la Baie Bock et la Baie Liefde ont été en 1907 levées par le lieutenant en premier v. PONINSKI et le lieutenant en premier v. Bock et sur leur carte, dressée à l'échelle du 200 000 ème¹, on trouvera le volcan de la Baie Bock, sous la forme d'un sommet isolé d'une altitude de 500 m. Mais ils n'avaient pas reconnu que cette montagne fût un volcan.

Nous devons une grande gratitude à M. le Dr. V. M. GOLDSCHMIDT, Christiania, pour avoir bien voulu faire l'examen pétrographique de nos roches, à M. H. BACKLUND, St. Pétersbourg, pour son examen des nodules dans la lave et les bombes volcaniques, ainsi qu'à M. le Prof. Dr. M. DITTRICH à Heidelberg et à M. le Dr. HEIDENREICH à Christiania pour avoir fait l'un l'analyse des roches volcaniques et l'autre celle de l'eau des sources thermales de la B. Bock. Ensuite nous remercions M. le Prof. Dr. N. WILLE, Christiania, qui a bien voulu déterminer les plantes rapportées des sources.

¹ Zeitschrift d. Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. 1908. Pl. 7 et 8.

Nous adresserons en outre tous nos respectueux remerciements à la *direction du fonds Nansen*, qui a bien voulu accorder les fonds nécessaires à l'exécution de ces analyses. HOEL tient spécialement à remercier aussi M. le Conseiller intime Prof. Dr. A. PENCK, Berlin, pour l'aide excellente qu'il lui a prodiguée au cours d'un voyage d'études dans l'Eifel et les Sept-Montagnes à l'automne de 1910, ainsi que M. le Prof. Dr. WILH. SALOMON à Heidelberg pour toute la bienveillance qu'il m'a témoignée en me prêtant de la littérature lors de ce voyage.

Les nappes de lave.

Sans vouloir entrer, dans les pages qui vont suivre, dans tout le détail de la constitution géologique générale des régions dont il s'agit, détail qui fera l'objet d'une partie stratigraphique séparée de nos observations géologiques, nous devons cependant en mentionner ici quelques uns des traits principaux. Les districts situés à l'est de la B. Wood et à la partie interne du fjord consistent, si l'on en excepte les roches éruptives dont nous allons parler, exclusivement en couches appartenant au système dévonien. Autour des parties internes de la B. Wood, on retrouve les grès rouges habituels du dévonien inférieur, avec poissons fossiles, en couches puissantes situées tout à l'ouest, avec faible inclinaison vers l'est. Du côté de l'est, la stratification est moins plate, mais manifeste de forts plissements, avec inclinaison pouvant atteindre jusqu'à 30°.

Lorsqu'on arrive au côté est au nord du Cap Auguste Viktoria, le territoire se compose d'autres sédiments: on rencontre ici l'étage du Grey Hoek, que l'on connaissait déjà depuis le Grey Hoek lui-même, sans cependant qu'on connût avec certitude les rapports existant entre cette subdivision et le grès rouge, ni qu'on eût obtenu la confirmation de son âge géologique en s'appuyant sur les fossiles assez rares, principalement composés d'acéphales, qui y ont été trouvés par NATHORST en 1898.

Des recherches opérées en 1910 ont prouvé que les couches du Grey-Hoek font leur passage en stratification concordante aux grès rouges et qu'elles doivent indubitablement être rattachées à un niveau dévonien.

Dans les schistes peu compactes qui constituent l'édifice de la division Grey-Hoek, le plissement est encore plus caractéristique que dans les grès situés plus bas. C'est ainsi que des plissements avec couches tout-à-fait à pic se rencontrent d'une façon générale. Tout comme dans les grès, leur direction se déplace du nord vers le sud.

Nous passerons alors à l'examen de notre sujet principal, les couvertures de lave et les circonstances géologiques qui s'y rattachent.

Lorsque l'on s'approche par mer de la côte septentrionale du Spitzberg et qu'on aperçoit pour la première fois la presqu'île du Grey-Hoek, on ne saurait manquer d'être frappé de la forme singulière de la surface de cette presqu'île. Elle apparaît avec la plus grande netteté comme un territoire typique en forme de plateau, devant en partie sa forme à des érosions ultérieures, sans, je l'ai dit, avoir été édifié par couches reposant à plat, mais au contraire par couches fortement ployées. Ce caractère du plateau du Grey Hoek même a été observé par Nathorst en 1898, et dans son nouveau travail¹, il mentionne qu'on est involontairement conduit à songer à un antique plan d'abrasion. Lorsque l'on voit la presqu'île du côté de l'ouest, on peut aussi observer que le plateau en question n'est nullement horizontal, mais qu'il laisse voir une inclinaison marquée vers le nord; cette ascension va d'une hauteur de 3—400 m. située en-dehors du cap, jusqu'à 1300 m. environ à l'intérieur de la Baie Wood. C'est exactement jusque dans ce plan, mais jamais au-delà, que s'élève toute une série de sommets situés dans les régions à l'est de la Baie Wood.

Pour expliquer un pareil phénomène, il est tout-à-fait naturel d'invoquer l'unique série de phénomènes géologiques qui, autant qu'on le sache maintenant, soit de nature à rendre compte de la production d'un plan montagneux aussi complètement plat que celui qui a dû exister ici avant que les forces érodantes aient commencé à y pratiquer des entailles. Ce à quoi l'on doit forcément penser, c'est, comme le dit Nathorst, une abrasion par les eaux de la mer. Et comme il s'agit de districts excessivement étendus, le plus naturel est d'admettre qu'avant ce nivellement par la mer, il y a eu une érosion supra-marine, qui a produit une pénéplaine. Si l'on y songe de plus près, je crois qu'il y aura malgré tout un certain nombre de faits qui resteraient assez singuliers, si l'on avait exclusivement recours à ce genre d'explication. Je mentionnerai ici que, si l'on songe au travail excessivement intense qui a dû être fourni par les forces érodantes dans ces régions septentrionales en général, et dans ces schistes et grès fort peu résistants plus en particulier, si l'on se rappelle aussi que la surface en question était, lors de sa formation, située au niveau de la mer, ou même en-dessous, tandis que maintenant, dans les parties méridionales, elles le dépassent de plus de 1300 m., il devient bien singulier que, pendant le long espace de temps où cette surface a été exposée à l'érosion continentale, elle ait pu rester si classiquement plane qu'elle l'est en réalité.

¹ Nathorst, A. G., Beiträge zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König-Karl-Landes. Bull. Geol. Inst. of Upsala. Vol. X. Upsala 1910. P. 316.

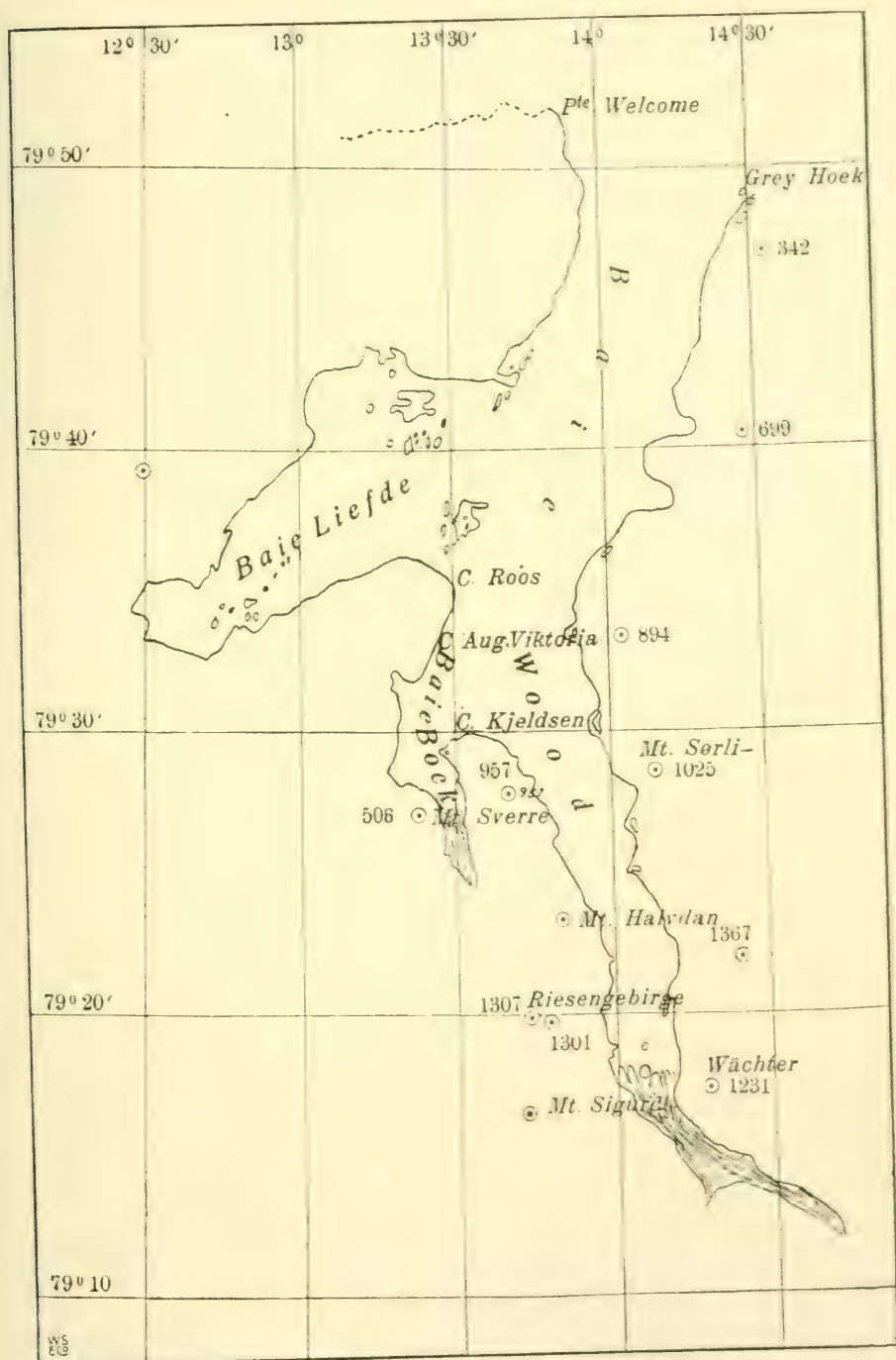


Fig. 1. Carte de la Baie Liefde et de la Baie Wood, d'après Isachsen.

Et je suis convaincu que la surface de la presque île eût été tout-à-fait différente, au cas où un autre facteur ne fût pas aussi intervenu, facteur basé sur l'existence antérieure d'une couverture de roches d'épanchement, de laves basaltiques, dont les restes ont été constatés sur une série de sommets tout autour de la B. Wood. Ces trouvailles ont eu lieu au mois d'août 1910.

La plus septentrionale des localités où l'on ait observé une couverture de lave est située sur le sommet 894 m. immédiatement en-dedans du Cap Auguste Viktoria. On y trouve une crête de plusieurs centaines de mètres de longueur, ayant pour limite, vers le schiste fortement plissé et le grès qui lui servent de support, un plan tout-à-fait régulier situé à 785 m. et autant qu'on en pouvait juger sur la petite partie à découvert, bien horizontal, une série de bancs à plat de laves de différentes espèces.

M. le Professeur M. DITTRICH à Heidelberg a exécuté 2 analyses de ces laves et en voici les résultats:

| | A. | B. |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SiO ₂ | 49,75 ⁰ / ₁₀ | 50,19 ⁰ / ₁₀ |
| TiO ₂ | 1,38 » | 1,47 » |
| ZrO ₂ (?) | 1,18 » | 2,02 » ¹ |
| Al ₂ O ₃ | 12,96 » | 12,37 » |
| Cr ₂ O ₃ | 0,015 » | 0,027 » |
| Fe ₂ O ₃ | 3,45 » | 2,04 » |
| FeO | 8,80 » | 9,60 » |
| MnO | 0,16 » | 0,18 » |
| CaO | 7,69 » | 7,93 » |
| MgO | 8,92 » | 8,99 » |
| K ₂ O | 0,97 » | 0,87 » |
| Na ₂ O | 3,15 » | 3,20 » |
| P ₂ O ₅ | 0,62 » | 0,63 » |
| CO ₂ | Traces | Traces |
| H ₂ O au-dessous de 110° | 0,25 » | 0,08 » |
| H ₂ O au-dessus de 110° | 0,44 » | 0,12 » |
| NiO | 0,02 » | 0,11 » |
| | 99,755 ⁰ / ₁₀ | 99,827 ⁰ / ₁₀ |

A. Lave boursoufflée du sommet 894 m.

B. Lave porphyrique » — » »

Nous avons remis au Dr. V. M. GOLDSCHMIDT, pour leur examen pétrographique exact, les échantillons de ces roches.

¹ D'après Goldschmidt il est probable que ZrO₂ (différence entre la détermination colorimétrique et gravimétrique de TiO₂) doit être considéré comme constitué par Al₂O₃.

Les résultats de ces recherches vont paraître comme travail spécial dans les publications de la Société des Sciences à Christiania¹. Je m'abstiendrai par conséquent d'insister ici sur les caractères pétrographiques des laves et je me bornerai à dire que les analyses chimiques et l'examen pétrographique montrent qu'il s'agit des basaltes à plagioclase. Ils ressemblent beaucoup à des laves basaltiques de la Terre du Roi Charles, décrites par M. HAMBERG² et à celles de la Terre François-Joseph, décrites par NEWTON et TEALL³.

Voici quelle est la situation stratigraphique dans ce capuchon:

Tout en bas se présente une roche à grains relativement réguliers, assez compacte, dont on n'a pu observer la limite inférieure vers les schistes situés en-dessous. Ici comme ailleurs, les détritiques de décomposition qui ont rempli toutes les cavités sont excessivement gênants pour les recherches. Cette couverture composée de laves est d'autant plus regrettable ici, qu'il y eût peut-être eu des choses d'un intérêt excessif à observer au voisinage de la frontière, outre le caractère des roches elles-mêmes.

Dans la pente recouverte de détritiques située immédiatement au-dessous de la frontière de la lave, on a en effet trouvé fréquemment du gravier typique, bien arrondi et bien poli. La plupart des cailloux roulés sont très-petits, ne dépassant pas 1—2 cm., mais il y en a aussi qui sont gros. Outre des cailloux quartzeux (pegmatitiques), on a aussi observé un calcaire cristallisé de couleur claire tel qu'il se trouve à la côte ouest de la B. Bock et ailleurs, ainsi qu'un grès jaunâtre, probablement dévonien.

Comment ces roches sont-elles donc arrivées ici? Il ne peut guère, avec de pareils matériaux, être question ici d'un transport par les glaces. Dans les roches du dévonien, on ne trouve pas de conglomérats dont la désagrégation puisse donner lieu à de pareils amas de gravier. On pourrait aussi songer à la formation relativement récente de plages marines, déposées sur les talus d'éboulis préexistants, composés de schiste et de lave. Mais en raison de la forte dénudation qui a lieu ici et des masses de roches qui ont dû être précipitées en un temps très-court, on ne peut pas non-plus admettre comme possible une pareille formation superficielle. Le gravier doit suivant toute probabilité avoir eu sa place entre

¹ Goldschmidt, V. M., Petrographische Untersuchung einiger Eruptivgesteine von Nordwest-Spitzbergen. Vid.-Selsk. Skrifter. M.-N. Kl. 1911. No. 9. Christiania 1911.

² Hamberg, A., Über die Basalte des König-Karl Landes. Geol. Fören., Stockh. Förhandl. B. 21, 1899.

³ Newton, E. T. et Teall, J. J. H., Notes on a collection of rocks and fossils, made by the Jackson-Harmsworth expedition during 1894—96. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 53. London 1897. Pag. 477.

Newton, E. T. et Teall, J. J. H., Additional notes on rocks and fossils from Franz-Josef-Land. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 54. London 1898. P. 616.

la surface des schistes et la lave ou — à titre exclusivement sédimentaire — entre deux bancs de lave où il n'a pu être observé. Le fait qu'il doit se trouver dans une relation étroite avec la lave, résulte de ce qui sera mentionné plus bas. Sur un autre point, on a également trouvé des amoncellements de gravier, ayant une apparence analogue, de concert avec des matériaux de désagrégation précipités des hauteurs et tout près de la limite inférieure d'un capuchon de lave.

Au type inférieur, qui est relativement compact, et non-boursoufflé, succède par degrés, autant que j'ai pu le voir, une roche toute particulière, boursoufflée¹ et fortement scorifiée, formant la partie supérieure de la montagne dans le nord de la crête (voir Pl. III, fig. 1). Cette roche montre par suite de sa structure bulleuse et de sa faible résistance à la désagrégation, une tendance à prendre immédiatement des formes arrondies, dès qu'elle est exposée aux influences atmosphériques, différant en cela de ce qui a généralement lieu au Spitsberg. La plupart des sommets consistent en effet en un nombre infini de fragments de roches à arêtes aigües, reposant plus ou moins »in situ«; ici, on trouve un chaos de fragments irréguliers, tous plus ou moins arrondis. Plus vers le sud s'élève la crête de lave que j'ai mentionnée plus haut et on arrive à des bancs d'une nature fortement porphyrique²; par-dessus encore, et cela jusqu'au sommet, le même type poreux. Quoique la masse entière de lave manifeste une division évidente en bancs successifs, les différents bancs ne semblent jamais bien distincts au point de vue pétrographique, les faces qui les séparent ne doivent pas être conçues comme servant de limite à des courants différents. A part cela, il y a diverses irrégularités dans la masse de la roche, avec des parties d'apparence bien distincte: c'est ainsi que j'ai observé des parties allongées et à pic de roche fortement poreuse dans une masse plus compacte, et d'autres faits du même genre.

De concert avec des matériaux éboulés appartenant au type porphyrique, que je viens de décrire, j'ai aussi trouvé plusieurs boulets concentriques de lave, très-riche en olivine, qui a dû se figer de bonne heure, et qui a dû être alors entraînée par la masse restante.

Ce qui est souvent tout-à-fait caractéristique, c'est la formation d'une lave sous forme de prismes. On constate partout dans la lave une tendance à s'isoler par prismes verticaux, Pl. II, fig. 1: mais ce phénomène n'a pas été observé d'une façon exceptionnellement nette dans le sommet qui nous occupe.

L'autre capuchon de lave qui a été observé de près est situé au sommet de la montagne, à 10 kilomètres environ plus au sud (Mt. Sörli).

¹ Analyse A.

² Analyse B.

La limite inférieure de la lave, qui se trouve à 870 m. d'altitude, est également, autant qu'on le puisse voir, tout-à-fait horizontale et régulière. La roche sous-jacente est du grès rouge et vert contenant des poissons fossiles, les strates plongeant vers l'est en pente assez douce (Fig. 2). Les parties supérieures que l'on ait observées dans ce grès ne semblaient pas avoir un faciès métamorphique, mais comme la frontière est partout recouverte de matériaux éboulés, on n'a pu observer les parties du contact les plus voisines de cette frontière. Il est à part cela bien naturel de supposer que c'est justement la frontière inférieure de la lave qui est le plus spécialement recouverte d'éboulis. Car justement ici, on constate toujours dans la forme de la surface une transition excessivement tranchée entre la paroi presque toujours à pic composée de lave, et la surface du grès située en-dessous, dont l'inclinaison est généralement régulière et plutôt douce. Et les fragments transportés par éboulement à la surface de la lave, auront une grande tendance naturelle à s'amonceler précisément vers la surface, dans la région du grès. En cet endroit et au-dessous de la partie inférieure de la lave, on a aussi trouvé une certaine quantité de matériaux composés de gravier et de sable, associés avec les fragments habituels de roches à arêtes aigües.

La lave formant la roche est ici quelque peu boursouflée à sa partie inférieure fortement scoriacée. Dans les boursouffures, on trouve fréquemment des cristallisations d'aragonite radiée.

Dans cette masse de lave qui, comme d'habitude, est de couleur brun-grisâtre à la surface, ce qui attire tout d'abord le plus fortement l'attention, c'est sa forme purement extérieure, basée sur une structure prismatique développée d'une façon idéale. Cette structure columnaire qui se laisse observer dès le rivage, fait, lorsqu'on s'en approche de près, un effet tout-à-fait grandiose par sa régularité, toute la masse de la lave, qui a ici une épaisseur de 155 m. (différence entre la hauteur du sommet et celle de la limite inférieure de la lave, déterminée par baromètre anéroïde) est composée uniquement de beaux prismes verticaux par rangées horizontales. Cà

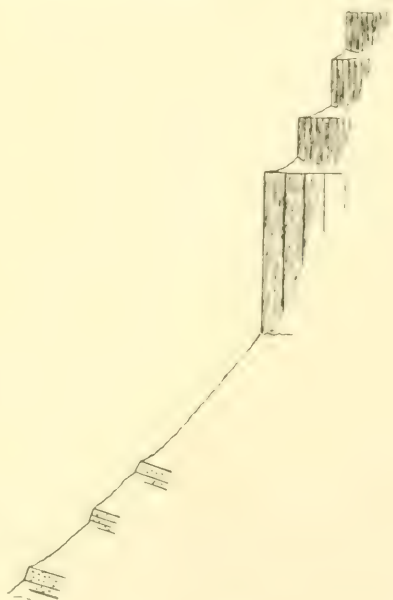


Fig. 2. Profil des colonnades basaltiques du M^t Sörli, s'élevant par-dessus des couches inclinées de grès dévonien.

Les parties en blanc sont des talus de détrit.

et là seulement, la régularité se trouve interrompue par une série de colonnes obliques en rangées sous la forme d'un bel éventail. Tandis que dans chaque rangée les colonnes ont une hauteur commune sur toute la longueur (on peut les observer sur une couple de cent mètres), les rangées de colonnes peuvent elles-même être de dimensions passablement variables. Tout en bas, il y a une rangée imposante de belles colonnes hexagonales de 7 m. de hauteur, et de $1\frac{1}{2}$ à 2 m. de diamètre, puis par-dessus de nombreuses rangées de petites colonnes, n'ayant que de 1 à 2 m. de longueur, et par-dessus encore plusieurs rangées plus considérables. Il y a pourtant, dans ce phénomène grandiose, un défaut — leur verticalité — qui en rend l'ascension presque impossible, sans une peine et des dangers par trop grands. Il s'ensuit qu'en ce qui concerne le caractère de la roche à ses niveaux supérieurs, on ne peut tirer de conséquences que de l'examen des morceaux précipités d'en-haut. Très-généralement ces morceaux consistent en colonnes entières du type le plus petit, qui, malgré un mode de transport aussi brutal, ont souvent, jusqu'au niveau même de la mer, conservé intacts leurs angles les plus aigus.

La roche de ces fragments éboulés présente un facies très-analogue à celui de la lave du type inférieur, mais en général exempt de boursouflures et compact, ce qui a pour conséquence un surcroît de dureté et de résistance à la désagrégation, qui la distingue de la roche du sommet septentrional.

Plus loin vers le sud, au côté est de la B. Wood, il y a de même sur tous les plus hauts sommets, des capuchons de lave tout-à-fait analogues. De la mer, ils font un effet superbe, alignés comme ils le sont sur leurs socles gigantesques aux pentes rougeâtres avec leur masse gris-brun foncé formant des échelons à pic.

Cette lave produit la plus belle impression de son extension quand, debout sur un sommet, on jette un regard circulaire autour de soi; on voit, vers le sud-est, ainsi qu'au sud de la B. Wood, et vers le sud-ouest de l'intérieur du fjord, un nombre infini de sommets du même type particulier, limités dans le sens de la hauteur par une surface horizontale régulière, formant des talus à pic sur toute sa périphérie (Pl. I, fig. 1). Au total, on reçoit l'impression d'une ligne d'horizon tout-à-fait régulière, si infiniment différente de la ligne habituelle avec ses pointes acérées aigües ou ses mamelons de grès, qui frappe ordinairement la vue dans cette région.

De plusieurs des sommets entourant la partie la plus interne de la Baie Wood, les sections topographiques ont rapporté des échantillons de la roche composant ces sommets: elle présente partout le même type de lave. Ainsi du Wächter au sud-est de la partie interne de la Baie, du sommet plat du gigantesque Riesengebirge situé au sud-ouest, ainsi que d'autres points.

Mais, quant à l'extension exacte du district où apparaissent ces capuchons de lave, comme nous n'avons eu que fort peu de journées à notre disposition pour leur étude, avant d'être chassés par les glaces flottantes, nous ne pouvons encore rien dire. Un fait certain, c'est qu'ils existent assez avant dans les territoires entourant la Baie Wood.

Il va sans dire que nous ne pouvons pas encore exprimer d'opinion arrêtée sur la question de savoir jusqu'à quel point ces laves se retrouvent du côté de la Wijde-Bay. Comme BLOMSTRAND, à la suite de sa visite dans ce fjord, ne dit absolument rien¹ qui soit de nature à indiquer l'existence de pareils capuchons de lave, mais qu'il parle, au contraire, de dents et de crêtes en grès rouge et vert, on doit pouvoir admettre qu'elles n'atteignent pas, dans tous les cas, les hauteurs rocheuses les plus proches de la mer.

Ce qui présente un grand intérêt, c'est l'observation faite par BLOMSTRAND relativement à des filons de diabase, traversant sur plusieurs points les couches de grès dans la partie interne du fjord. Des recherches plus précises au sujet de ces filons conduiraient peut-être à la découverte de quelques-uns des canaux d'éruption de ces laves, canaux dont aucun n'a été observé jusqu'ici.

Un produit singulier, qu'on avait tout d'abord, pour des motifs purement géologiques, mis en relation avec les canaux d'éruption des laves, est une pointe de lave, que l'on aperçoit à une grande distance, parcequ'elle fait tout spécialement saillie sur le reste du territoire. Elle forme un petit sommet avec faces remarquablement à pic (Mt. Halvedan), s'élevant sur la pente régulière d'une montagne de grès, à l'ouest de la Baie Wood, à mi-chemin à peu près entre le Cap Kjeldsen et le fond de la Baie, assez près du fjord. Elle a été explorée par Monsieur WATNELLIE, professeur au lycée d'Hammerfest, qui la décrit comme une masse de lave à coupe horizontale arrondie avec nodules d'olivine et bornée de tous les côtés par des grès. Cette masse s'étend de 560 m. à 740 m. environ. Il est clair qu'il convient de la concevoir comme un canal de volcan, rempli de la lave («neck»). A juger des conditions géologiques de cet appareil volcanique, on pourrait être disposé à le mettre en relation avec les couvertures de lave environnantes. Mais l'analyse exécutée sur cette roche par M. DITTRICH, ainsi que la recherche pétrographique faite par M. GOLDSCHMIDT, montre que ce neck se distingue nettement des capuchons de lave.

¹ Blomstrand, C. W., *Geognostiska iakttagelser under en resa till Spetsbergen år 1861*. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. B. 4. No. 6. Stockholm 1862. P. 13.

Voici le résultat de l'analyse de M. DITTRICH :

| | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| SiO ₂ | 44,49 ⁰ / ₀ |
| TiO ₂ | 2,60 |
| ZrO ₂ (?) | 2,10 ¹ |
| Al ₂ O ₃ | 10,93 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,016 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,78 |
| FeO | 8,24 |
| MnO | 0,17 |
| CaO | 8,58 |
| MgO | 11,23 |
| K ₂ O | 2,25 |
| Na ₂ O | 3,16 |
| P ₂ O ₅ | 0,92 |
| CO ₂ | 0,86 |
| H ₂ O au-dessous de 110° | 0,55 |
| H ₂ O au-dessus de 110° | 0,76 |
| NiO | 0,07 |
| | <hr/> |
| | 99,706 ⁰ / ₀ |

D'après M. GOLDSCHMIDT cette lave ressemble au point de vue pétrographique à celles du volcan de la Baie Bock, et peut être considérée comme une trachy-dolérite. Elle contient de gros nodules, composés d'olivine, enstatite, pyroxène diopsidique et spinelle.

Pour ce qui est de l'extension primitive des capuchons de lave dans la direction du sud, je m'abstiendrai de prononcer une opinion, attendu que je n'y ai pas été. Par contre, je crois pouvoir affirmer avec certitude que ces couvertures se sont, dans la suite des temps, étendues vers le nord de façon à recouvrir toute la presqu'île du Grey Hoek et plus loin encore. C'est ce qui résulte à l'évidence de l'aspect même de cette surface.

On voit comme quoi les sommets situés au nord du capuchon de lave le plus septentrional se maintiennent encore toujours dans le seul et même plan régulier dont j'ai parlé plus haut, c.a.d. dans le plan correspondant à la limite de la lave dans le sens de la profondeur. Au fur et à mesure qu'en se dirigeant vers le nord, on s'éloigne de plus en plus des résidus actuels de lave, les conditions deviennent de moins en moins régulières, et l'on reçoit l'impression qu'il s'est passé bien du temps depuis

¹ Voir la note à la page 8.

que la couverture protectrice a complètement disparu. Et cependant, on se rend compte, en examinant toutes les circonstances au voisinage du cap, qu'il a dû jusqu'à un moment relativement récent, être protégé par une couverture de lave contre l'action perturbatrice de l'érosion.

Je me trouve amené ainsi à m'occuper de la question consistant à fixer une date à la formation de ces nappes de lave. Dans cette question, on ne va malheureusement pas bien loin par voie géologique, si l'on a uniquement recours aux observations géologiques dont on dispose jusqu'ici.

Tout ce qu'on peut affirmer avec certitude, c'est que ce temps doit être intermédiaire entre la période dévonienne et la période glaciaire. Le travail essentiel nécessité par la dernière façon superficielle donnée à la surface sur la presqu'île du Grey Hoek est dû à la glace des glaciers, c'est ce qui résulte clairement de sa forme. Les vallées, qui traversent à la fois la lave et le grès, sont d'un type glaciaire sur lequel il ne saurait y avoir d'erreur: il s'y est produit, à une période relativement récente, des coupures de surface petites, mais ayant la forme de canyons. Et comme il n'y a plus maintenant dans la presqu'île de Grey Hoek de glaciers qu'en nombre extraordinairement restreint, il est clair que le façonnement de ces vallées, qui labourent la couverture de lave, ne peut être attribué qu'à l'action des glaciers pendant une ou plusieurs périodes de la glaciation quaternaire.

Si l'on approfondit quelque peu cette question, on arrivera comme résultat plus que probable à exprimer l'opinion suivante: ces couvertures de lave doivent nécessairement appartenir à la toute dernière partie de la période intermédiaire dont je parle.

Il est en effet tout d'abord bien naturel de supposer qu'il y a une étroite contemporanéité entre ces laves et les diabases qui se trouvent d'ordinaire au Spitsberg et qui sont attribués à un âge mésozoïque relativement récent. On ne peut maintenant rien dire de précis à ce sujet. Tant sur cette question que sur la relation des laves avec les basaltes de la Terre de Roi Charles, on doit s'en tenir au travail pétrographique du M. GOLDSCHMIDT. Ce qui milite en faveur d'un âge aussi récent, c'est en effet, outre le caractère de ces roches, sur lequel je ne m'étendrai pas en détail, la façon même dont elles se présentent, pour autant qu'elle ait été observée. Si, en effet, on prend station sur un sommet élevé, dans le district des laves, ou dans son voisinage immédiat, et que l'on considère les capuchons de lave que l'on a autour de soi, il sera frappant de constater avec quelle régularité relative se présentent ces capuchons, dont l'épaisseur totale est le plus généralement aux environs de 150 ou de 200 m.: on peut d'après cela, étant donné qu'on ne peut reconnaître de différence bien visible, admettre comme probable que leur épaisseur n'a pas dû être de beaucoup plus considérable et que cette

épaisseur ne peut se trouver fort réduite sur les points où les capuchons ont une étendue superficielle un peu grande. Cela doit en effet tendre à prouver que le temps écoulé depuis leur formation ne peut avoir été bien considérable. Il va sans dire que cette théorie présente des incertitudes.

Ce que l'on peut conclure des analogies avec les phénomènes qui se présentent le plus fréquemment au Spitsberg, au point de vue des mouvements tectoniques de l'écorce terrestre, ne fournit pas non-plus de point central aux élucubrations. Il est impossible d'indiquer d'âge un peu certain ni pour le plissement des couches dévoniennes, ni pour leur abrasion ou pour leur relèvement ultérieur. Il se pourrait fort bien que ce plissement, qui se retrouve dans tout le district dévonien, fût de vieille date, et pût être parallélisé avec ce qu'on sait du district dévonien au fond de l'Isfjord, où l'on trouve du dévonien (et du culm) plissés et érodés et, immédiatement au-dessus, des calcaires carbonifères supérieurs en couches presque horizontales. En tout cas, il est impossible que le plissement ait été d'âge aussi récent que l'âge tertiaire, si l'on attribue à la lave un âge mésozoïque. Il est dans ce cas également impossible que le plan d'abrasion puisse être contemporain du plan dont il a été parlé dans la Baie de Klaas-Billen, car entre la formation du plan d'abrasion et l'apparition des éruptions de lave, il ne peut s'être écoulé qu'un temps relativement court. C'est là ce que l'on peut conclure de la surface frontière prodigieusement régulière existant entre le dévonien et les laves, surface frontière qui est absolument plane sur une longueur de plusieurs milles. Si la surface d'abrasion était restée pendant des époques prolongées sous le niveau des mers, on devrait sûrement y retrouver des sédiments et si elle fût restée pendant le même temps au-dessus de la surface des eaux, elle aurait indubitablement perdu sa surface plane idéale. Les masses de lave doivent avoir fait leur éruption alors que cette surface était au niveau même des eaux, ou immédiatement au-dessous, ou en tout cas, avant qu'elle n'ait été relevée d'une façon notable. La présence du gravier de littoral sous la couverture sera explicable dans les deux cas.

Quoi qu'il en soit, toutes les conclusions possibles, en ce moment tout-à-fait provisoire de l'état de nos connaissances et de nos recherches, seraient certainement prématurées et partant inutiles. Il faudra des études approfondies, poussées au plus grand détail, pour résoudre ces questions, si toutefois elles se laissent résoudre.

Une prosécution des capuchons de lave dans le direction du sud, pourra assez probablement nous fournir quelque fils conducteurs. —

Le volcan de la Baie Bock et ses environs.

Le volcan de la Baie Bock (M^t Sverre) est situé à l'ouest du fjord, juste au sud du 2^me glacier en partant du nord, Glacier Adolf (Latitude nord 97° 27', Long. est de Greenwich 13° 22').

En partant de la mer, on voit s'élever par échelons des terrasses de gravier marin; la plus élevée de toutes est à 60 m. d'altitude environ. Puis vient le volcan, s'élevant jusqu'à une altitude de 506 m. A partir du sommet, il incline vers l'ouest en pente régulière jusqu'à l'altitude de 285 m. De là la paroi rocheuse s'élève régulièrement jusqu'aux sommets situés à l'ouest, et ayant une altitude de plus de 1000 m.

Circonstances géologiques au voisinage de la Baie Bock. Près du rivage ouest presque tout est recouvert de terrasses marines et de moraines. Lorsqu'on voit de la roche solide, celle-ci est composée de calcaire à cristaux grossiers soit blanc, soit partiellement bleuâtre, avec à de la chondrodite, et tout-à-fait pareil au calcaire de Cloven-Cliff. Le plongement est partout dirigé vers l'est: p. ex. à l'angle nord-ouest du glacier du fond de la B. Bock, Glacier Karl, de 40°—50° vers l'est. Le calcaire continue vers l'ouest jusqu'à des altitudes de 350 à 500 m. avec une puissance comprise entre deux et trois kilomètres. A l'ouest de cette couche calcaire, vient un granite d'intrusion, d'un type foncé: au voisinage de la frontière, il est un peu schisteux, mais plus loin vers l'ouest, on n'en constate plus de trace. Sa schistosité est parallèle aux plans de stratification du calcaire.

Entre les glaciers Adolf et Nygaard où s'élève le volcan, on trouve, en stratification discordante avec celle du calcaire, un grès vert semblable au grès vert de la B. Red. qui, d'après M. le Prof. Dr. KLER est d'âge silurien supérieur, et a également son plongement vers l'est. Il se trouve certainement ici une faille de peu d'importance entre le granit et le calcaire. (Fig. 4, p. 20.)

Au côté est de la B. Bock, la montagne est formée de couches presque horizontales du grès rouge dévonien inférieur de la B. Wood (old red sandstone).

Une grande faille que nous avons suivie de la petite B. Red dans la direction S.S.E. jusqu'à la B. Bock et 21 kilomètres plus loin vers le sud, sépare les formations situées à l'est et à l'ouest de la baie. La faille suit le côté ouest, très-près du volcan.

Après les grès dévoniens inférieurs, on ne trouve plus un seul dépôt qui soit antérieur au quaternaire.

Les glaciers de la période glaciaire ont fortement raboté les faces de la vallée et leur ont imprimé un profil des plus caractéristiques.

La paroi ouest de la vallée, au sud du Glacier Schjelderup est, comme on le voit sur la figure 3 (p. 20) et sur la Pl. IV, fig. 1. On voit ici deux échelons caractéristiques dans cette paroi. Du fond plat elle s'élève lentement jusqu'à 50 ou 100 m d'altitude. Puis vient une ascension plus brusque jusqu'au niveau de 300 m., où se présente une large plaine bien caractérisée. Puis la face de la vallée s'élève de nouveau assez brusquement, avec des formes arrondies rabotées par la glace, et atteignant 956 m. d'altitude au-dessus du niveau de la mer; là commencent les montagnes pointues et dentelées. Le même profil peut être poursuivi bien plus loin vers le nord: toutefois la hauteur des faces de la vallée va en baissant lorsqu'on sort du fjord. La face supérieure se trouve au sud du glacier Friederich, à 200 m. seulement au-dessus du niveau de la mer.

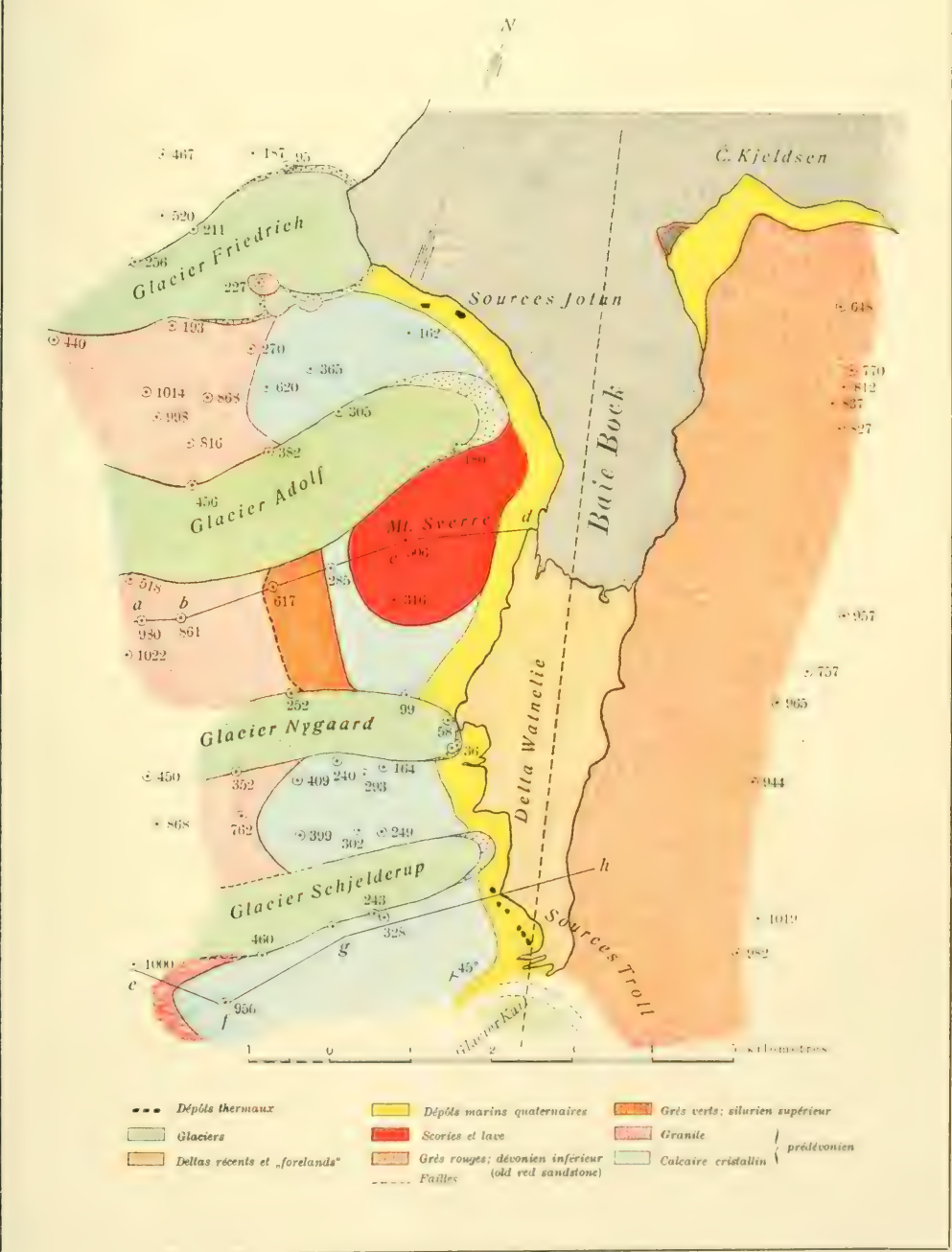
Le profil montre qu'il y a eu une forte érosion au cours de la période glaciaire. Ceci se voit aussi dans les belles vallées à embouchure discordante situées à l'est du fjord.

Les glaciers de la période glaciaire proprement dite ont laissé après eux, sur la face ouest de la vallée, des masses morainiques considérables, jusqu'à 350 m. environ d'altitude. La moraine est une moraine en blocs, bien caractérisée, et composée exclusivement de blocs granitiques à arêtes aigües, et de dimensions considérables. Plus près de la mer, on y trouve aussi un mélange de parties plus ténues. Cette moraine est plus spécialement développée entre les Glaciers Friedrich et Adolf et entre Adolf et Nygaard. Vers une altitude d'environ 200 m., il est plutôt difficile d'y avancer; c'est comme si l'on marchait sur des cônes de déchets aussi exceptionnellement grossiers que je les aie jamais rencontrés. Les blocs sont amoncelés les uns sur les autres en couche si épaisse qu'on n'aperçoit nulle part la surface des roches subjacentes, sauf toutefois dans les déclivités à pic descendant aux glaciers actuels.

Ce qui est bien frappant, c'est que sur les terrasses marines, on voit répandues des masses de blocs ayant de fortes dimensions, jusqu'à 4 m. \times 3 m. \times 2 m. Je n'ai jamais jusqu'ici fait pareille observation sur les terrasses du Spitsberg.

Carte géologique des environs de la Baie Bock.

PAR ADOLF HOEL.



On ne trouve les terrasses marines bien développées qu'au voisinage du volcan. Elles font défaut tant au nord qu'au sud de ce volcan. Il y a trois niveaux distincts, l'un vers 25 m. et les autres vers 37 et 60 m. d'altitude.

Quatre glaciers descendent sur la face ouest du fjord. Le plus septentrional, qui a reçu le nom de Glacier Friederich, se termine à la mer par une falaise. Le glacier suivant, le Gl. Adolf, descend à la terrasse de 60 m., où il s'arrête. Tout son front est couvert d'une puissante moraine. Le glacier possède actuellement le développement le plus grand qu'il ait eu depuis la formation des terrasses marines. Sa moraine se compose principalement de puissants blocs granitiques; mais on y trouve aussi du calcaire et du micaschiste. Sur un point voisin du bord, il y a une ceinture composée de matériaux venant de la terrasse, cailloux roulés, gravier et sable. On y trouvait aussi des blocs de lave et des lapilli. Ce glacier est contigu au côté nord du volcan, sur lequel il a exercé son action destructive.

Les deux glaciers suivants (Gl. Nygaard et Gl. Schjelderup) descendent jusqu'au bord du grand delta existant à l'intérieur du fjord. Plus loin un grand glacier (Gl. Karl) descend du sud. Il a à son avant une moraine colossale, composée de matériaux empilés venant du delta de l'intérieur. Cette moraine forme de grandes ondes, et son amoncellement doit être dû à un mouvement progressif du glacier, qui a eu lieu dans le courant des dernières années. La partie inférieure du glacier est recouverte d'une puissante moraine, composée principalement de blocs de granite, soit du type foncé, soit du type clair plus habituel, soit aussi de pegmatite. Il y a en outre des calcaires cristallins, çà et là un bloc de lave, et, plus rarement, du micaschiste. La partie du glacier qui se trouve recouverte d'une moraine atteint une altitude de 150 m.

La partie interne de la Baie Bock est remplie par un grand delta, de 5 km. de long et de 1,5 km. de large, composé de sable très-fin. Ce sable laisse voir une alternance de couches rouges et de couleur plus claire. Les couches claires sont grises avec un reflet rose. Les couches les plus rouges ont rarement plus de 2 à 3 cm. d'épaisseur.

C'est sur ce versant de vallée, façonné par les glaciers de la période glaciaire proprement dite, que se dresse donc le volcan. Sa majeure partie est édifiée sur le gradin inférieur. La face de la vallée rabotée par les glaciers, peut être poursuivie, avec son profil bien caractéristique, jusque sous le volcan même, de telle sorte que si on le supposait enlevé, il resterait juste le même profil qu'ailleurs, tant vers le nord que vers le sud, comme on le voit sur les figures suivantes:



Fig. 3. Coupe au sud du Glacier Schjelderup. 1 Calcaire cristallin. 2 Granite. 3 Grès rouges; dévonien inférieur (old red sandstone). 4 Dépôts marins quaternaires. 5 Delta récent. - - - - Faille.

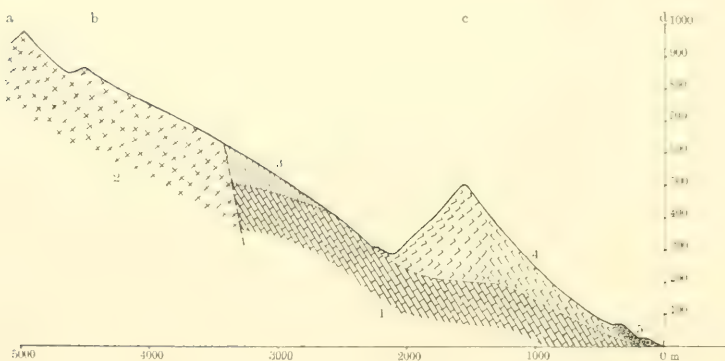


Fig. 4. Coupe en travers du M^t Sverre. 1 Calcaire cristallin. 2 Granite. 3 Grès vert, silurien supérieur. 4 Scories et lave. 5 Dépôts marins quaternaires. - - - Faille, cf. la forme des flancs de vallée aux fig. 2 et 3.

Depuis la passe de 285 m. jusqu'à l'altitude de 310 m., on aperçoit aussi une certaine quantité de matériaux volcaniques, attendu que de ce côté une partie du volcan a été érodée par le Glacier Adolf, qui a jadis envoyé un bras par-dessus la passe de 285 m. Mais par la suite, lorsque le bras principal se fit par érosion une place de plus en plus profonde, le bras latéral disparut peu à peu.

Le volcan affecte une belle forme conique, surtout vu du sud (Pl. III, fig. 2). A l'est se trouve une cavité que je considère comme devant être un cratère, dont la paroi orientale est détruite. Il est tout-à-fait pareil aux cratères à moitié écroulés que l'on trouve sur tant de points dans les

volcans de l'Eifel. Il me semblait surtout rappeler de près le cratère du Kunkskopf au nord du lac de Laach.

Dans le mur interne du cratère, on trouve des coupes verticales montrant comment le volcan est édifié. Ces points étant complètement dénués de végétation, ils fournissent une excellente notion de la situation. La meilleure coupe se voit dans la paroi nord. La paroi du cratère a une apparence rappelant à un haut degré celle du Vésuve ; on y voit des scories visiblement stratifiées et traversées par des filons de lave. Ces scories, qui sont à découvert sur une épaisseur pouvant atteindre 10 m, sont composées de petits fragments ayant 1 mm. de diamètre, ou même moins : ils ont plus rarement la grosseur d'un pois, bien plus rarement encore celle d'une noix. Ces fragments sont soudés les uns aux autres, mais d'une façon si lâche, qu'il est difficile d'en retirer un échantillon un peu passable. Dans ces scories, on rencontre de nombreuses bombes. Elles sont généralement rondes, de la grosseur du poing à celle de la tête ; elles ont plus rarement la forme de pains (Pl. II, fig. 2). Elles sont composées d'un noyau d'olivine, enstatite, pyroxène diopsidique et spinelle (GOLDSCHMIDT), avec une mince couche vitreuse, fortement boursouflée, à la surface. Elles rappellent fortement les bombes d'olivine du Dreiser Weiher dans l'Eifel.

Par le grand nombre de coupes superbes existant dans les volcans de l'Eifel, on se rend un compte excellent de leur constitution. D'une façon générale, ces volcans sont composés de masses scoriacées plus ou moins stratifiées. Les morceaux de scories sont pour la plupart grossiers, et vont de la grosseur du poing à celle de puissants blocs. Il en est ainsi, p. ex. du Mosenberg et du Nickenicher Weinberg, où l'on voit une coupe magnifique du volcan tout entier. Sur d'autres points, par contre, comme le Kunkskopf et le Leilenkopf, on trouve par-dessus ces matériaux scoriacés grossiers, une couverture de 5 à 10 m. de scories à grains fins et bien stratifiées (tufs à lapilli). Elles ressemblent tout-à-fait à ce qu'on voit au M^t Sverre : impossible de distinguer les échantillons du Leilenkopf de ceux prélevés sur notre volcan : ils sont absolument identiques comme couleur, grosseur de grain et consistance.

Je suis donc porté à croire que le volcan de la B. Bock est constitué d'une façon entièrement analogue à ceux de l'Eifel : tout en bas, il y a un noyau de scories à grain plus grossier, et par-dessus une couche plus mince de tuf à lapilli. Les coupes que l'on peut découvrir ne traversent pas cette couche supérieure de part en part.

Le plongement est visiblement périclinal. Vers l'est, à 200 m. d'altitude, il est de 30° vers l'E. S. E. ; à 300 m. il est de 55° vers l'est, et à 430 m. de 15° vers l'E. N. E. ou le N. E.

Les scories stratifiées sont traversées par une masse de filons de lave, montrant une structure scoriacée, tant à leur face supérieure qu'à leur face inférieure. Ces filons, parfois très-minces, peuvent atteindre 10 et 20 m. d'épaisseur, plus peut-être parfois. La lave est partout plus ou moins boursofflée. C'est ce que l'on voit surtout sur quelques filons du côté nord, à une couple de cent mètres d'altitude. La lave contient un nombre prodigieux de nodules composés d'olivine, enstatite, pyroxène diopsidique et spinelle (GOLDSCHMIDT), ayant jusqu'à la grosseur de la tête ou même plus. Par endroits, ce sont ces nodules qui forment la majeure partie de la masse. Ils ont pour la plupart la forme ellipsoïde. La lave contient en outre des inclusions de calcaire et de granite; par endroits (du côté du nord), ces derniers sont fort nombreux. Il ont tous subi un métamorphisme de contact. La biotite est fondue en verre brun contenant de la magnétite et du pyroxène rhombique (GOLDSCHMIDT).

Du côté du sud, les filons de lave sont surtout puissants vers 300 m. d'altitude, où ils apparaissent sous forme de collines distinctes. Le sommet lui-même est formé par un puissant filon de lave. Ce ne sont pas des quantités de lave bien considérables qui se sont frayé une issue par ces filons. Il y a une coulée assez courte à l'angle nord-est du volcan et une masse un peu plus considérable au côté sud. Mais l'activité volcanique s'est d'ailleurs principalement manifestée par l'éjection de scories.

On trouve sur bien des points des traces d'exhalations gazeuses à la fois dans le tuf et sur les filons de lave, sous forme de dépôts salins.

M. le Professeur DITTRICH a aussi exécuté une analyse des laves de ce volcan. En voici les résultats :

| | A | B | C |
|-------------------------------------|----------------|----------|----------|
| SiO ₂ | 45,12 % | 45,88 % | 44,66 % |
| TiO ₂ | 2,69 | 2,87 | 2,76 |
| Al ₂ O ₃ | 13,63 | 13,52 | 12,97 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,007 | 0,006 | 0,005 |
| Fe ₂ O ₃ | 3,20 | 2,48 | 3,84 |
| FeO | 7,84 | 7,74 | 7,55 |
| MnO | 0,23 | 0,21 | 0,20 |
| CaO | 8,93 | 8,55 | 8,82 |
| MgO | 9,37 | 9,09 | 9,35 |
| K ₂ O | 2,05 | 2,52 | 2,78 |
| Na ₂ O | 4,68 | 4,53 | 4,24 |
| P ₂ O ₅ | 0,93 | 1,19 | 1,10 |
| CO ₂ | Faibles traces | Traces | 0,00 |
| H ₂ O au-dessous de 110° | 0,36 | 0,17 | 0,48 |
| H ₂ O au-dessus de 110° | 0,43 | 0,74 | 0,69 |
| NiO | 0,48 | 0,14 | 0,26 |
| | 99,947 % | 99,636 % | 99,705 % |

- A. Lave d'une nappe au pied du côté nord-est du volcan.
- B. Lave très-boursouflée d'un filon au côté nord du volcan (altitude d'environ 200 m.).
- C. Lave en plaques appartenant à un filon au côté est du volcan (altitude d'environ 300 m.).

M. le Docteur GOLDSCHMIDT a examiné les laves au point de vue pétrographique. Il les a déterminées comme étant des roches alcalines (trachy-dolérites de Rosenbusch). Elles contiennent les minéraux suivants : plagioclase (environ $\text{Ab}_{60}\text{An}_{40}$), titanaugite, olivine, minerais de fer, apatite, et dans la pâte vitreuse : amphibole brune, et comme inclusions dans la lave provenant des bombes d'olivine les minéraux suivants : olivine, enstatite, pyroxène diopsidique et spinelle.

Les nodules existant dans la lave et les bombes volcaniques ont été examinés de près par H. BACKLUND à St. Pétersbourg¹.

Les *nodules d'olivine* de la lave sont d'après lui de nature normale, composés en majeure partie d'olivine avec des grains isolés d'enstatite et de diopside, rarement avec de la picotite. Les grains adhèrent faiblement, et se détachent facilement les uns des autres. Les grains d'olivine atteignent un diamètre de 4 mm. Ils sont nettement délimités du côté de la roche ambiante.

Les *bombes volcaniques* sont composées d'un noyau d'enstatite et de diopside, auxquels se trouve associée de l'olivine. Ce noyau est beaucoup plus compacte que ne le sont les nodules d'olivine. Les minéraux empiètent les uns sur les autres et se pénètrent même réciproquement de part en part. Au point de vue qualitatif, l'association minérale est la même que dans les nodules d'olivine de la lave, mais au point de vue quantitatif, c'est l'enstatite qui domine, tandis que le diopside reste de beaucoup au second rang. Vers les limites de la roche, le noyau est entouré d'une ceinture presque ininterrompue d'olivine.

Âge du volcan. Lorsque, dans la nuit du 8 au 9 août 1910 et par un épais brouillard, je montai pour la première fois à la face est du volcan, je reçus l'impression qu'il constituait un phénomène de nature tout-à-fait récente. Tout son cône est en effet dépourvu de végétation et les bancs de lave donnent par leur désagrégation un gravier qui avec les scories, forme une couche épaisse. Celle-ci cache les couches sous-jacentes et donne l'impression d'avoir été vomie à une époque

¹ H. Backlund: Über einige Olivinknollen aus der Lava von Bock-Bay (Spitzbergen). Christiania Vidensk.-Selsk. Skrifter. M.-N. Kl. 1911.

tout-à-fait contemporaine. Une étude plus approfondie prouve cependant que la date de ce volcan n'est pas si absolument récente.

Ce qui est décisif, quant à l'âge géologique du volcan, c'est qu'il repose sur un *flanc de vallée façonné par les glaciers de l'époque quaternaire*. Postérieurement à la formation du volcan, la vallée où est située la Baie Bock n'a subi aucun changement essentiel. C'est seulement dans les lits des 4 petits glaciers dirigés vers l'est que des changements se sont produits postérieurement à la formation de la vallée principale. Le volcan doit à son tour être *de l'époque quaternaire*. Impossible d'admettre que ces flancs de vallée aient pu rester sans modification depuis l'époque tertiaire, si faible que soit l'érosion qu'on voudra bien attribuer aux glaciers de l'époque glaciaire.

Depuis la période miocène, il y a dans tous les cas en d'autres localités, p. ex. au sud de l'Isfjord, eu érosion de vallées du même ordre de grandeur que celle dans laquelle est situé le volcan qui nous occupe.

Si l'on admet que, comme dans les Alpes, chacun des échelons bien définis du flanc de la vallée provient d'une époque glaciaire différente, l'échelon situé le plus bas doit être le plus récent, et le volcan est par suite postérieur au dernier maximum d'extension des glaciers dans la région considérée.

L'activité déployée en-dehors des glaciers actuels et ayant contribué à la formation de vallées postérieurement à la naissance du volcan s'est, somme toute, bornée à ceci : un embranchement antérieur du Glacier Adolf a emporté une partie du pied au côté ouest du volcan et les torrents prenant naissance dans le même glacier ont fait des entailles de 6 à 8 m. formant des vallées dans la coulée de lave à l'angle nord-est du volcan. En beaucoup de localités, au Spitsberg, on trouve de pareils petits canyons d'origine post-glaciaire.

Le genre de considérations auxquelles je me suis livré ici, ont été employées antérieurement et sur une large échelle par v. DECHEN au sujet des volcans de l'Eifel¹.

Ce qui est peut-être de nature à fournir un point de comparaison pour la fixation de l'âge du volcan, c'est les observations que l'on peut faire au sujet des terrasses marines. Celles-ci atteignent, comme je l'ai dit, une altitude d'environ 60 m., et la plus haute d'entre elles, au moins, consiste, ainsi qu'il résulte d'entailles dues aux torrents glaciaires, à l'avant du Glacier Adolf, *en couches alternatives de gravier brun-rougeâtre et de lapilli ou de fragments de lave*.

¹ Cité chez Dressel, L., Geognostisch—geologische Skizze der Laacher-Vulkangegend. Münster 1871, pag. 89 ff.

Les couches de lapilli ont de 2—10 cm. d'épaisseur, les couches de gravier sont plus épaisses, et généralement pas au-dessous de 10 cm. La nature de ces dernières est en général un peu plus ténue que celle des couches de lapilli. La délimitation des différentes couches est extraordinairement marquée. J'ajoute que dans les couches de gravier, on ne trouve pas un seul grain de roche volcanique.

On peut en conclure qu'une partie du volcan est contemporaine des terrasses marines supérieures, ou en tout cas d'âge plus reculé. L'existence des couches de lapilli peut en effet s'expliquer de deux manières différentes:

Ou bien les éruptions volcaniques ont eu lieu simultanément à la formation des terrasses, chaque couche de lapilli représentant alors une éruption séparée et dans ce cas, on a affaire à des conditions identiques à celles de l'argile que les Danois appellent «moler»¹. Toutefois avec cette différence, qu'au Spitsberg le point d'éruption est bien autrement rapproché du point de dépôt, et les matières par conséquent bien plus grossières que les couches de cendre de la «moler»; la stratification existant dans les terrasses du Spitsberg fournit exactement la même impression que l'on reçoit de la «moler», d'après une figure publiée par RÖRDAM².

Ou bien, les couches de lapilli peuvent avoir été produites par un lavage de matières volcaniques préexistantes, dû à l'action des vagues.

Ce qui milite en faveur de la première hypothèse, c'est la limite tranchée existant entre les différentes couches et le fait qu'aucune matière appartenant à l'une des couches ne se trouve mélangée à celles appartenant aux autres. Ce qui milite en outre dans le même sens, c'est que ces couches de lapilli se retrouvent à une distance assez considérable du volcan. En avant de la partie septentrionale du Glacier Adolf, les terrasses sont détruites par les torrents glaciaires, mais au coin nord-est du glacier, on en retrouve quelques-unes montrant le même mode de construction. Ces restes sont situés à 1 km. du point le plus rapproché du volcan. En outre les lapilli sont à arêtes vives.

Ce qui milite, d'autre part, en faveur de la seconde hypothèse, c'est que les couches de lapilli sont composées de matériaux un peu plus grossiers que celles de gravier, ce qui semble bien indiquer qu'on n'a devant soi qu'un produit de triage en matières plus fines et plus grossières.

Toutefois il est probable que c'est la première hypothèse qui répond à la réalité des faits et que, conséquemment, le volcan a fait des éruptions

¹ Bøggild, O. B., *Vulkansk aske i moleret*. Medd. for den Geol. Foren. No. 9. Copenhague 1903.

² Rørdam, K., *Geologi og Jordbundslære*, T. II, Copenhague 1909, fig. 32.

contemporaines de la formation des terrasses marines, au moins des plus élevées.

Une circonstance particulièrement frappante, c'est que, surtout sur le flanc méridional et le flanc occidental du volcan, on trouve une grande quantité de blocs de granite. Ils s'y rencontrent en grand nombre, quoique ce nombre soit beaucoup moins considérable que sur les flancs de la vallée: ils sont de grande dimension, attendu qu'ils ont des 2 et 3 m. de longueur, sont à arêtes aigües, et cela jusqu'au sommet le plus élevé, c. a. d. jusqu'à une altitude de 506 m. On est par suite porté à se demander aussitôt si ces blocs sont erratiques, ou si ils ont été apportés par suite de l'activité volcanique.

La première impression conçue par un géologue au courant des régions glaciaires, est nécessairement qu'on a affaire ici à des blocs erratiques. A un examen plus approfondi, on découvre pourtant qu'un certain nombre de circonstances s'y opposent.

Tout d'abord, disons que nous n'avons, ni dans les environs de la Baie Wood, ni dans d'autres endroits, trouvé de blocs erratiques à une altitude aussi grande que celle dont il s'agirait ici. La plus grande altitude jusqu'à laquelle nous ayons constaté leur existence a été d'environ 350 m. au-dessus du niveau de la mer.

Si un glacier avait réellement cheminé plus haut que le volcan, on devrait s'attendre à rencontrer dans le voisinage le plus immédiat des blocs provenant du volcan. Le peu de cohésion des masses composant ce volcan, et leur situation si exposée serait certainement de nature à en faire une proie aisée pour l'action du glacier. Mais on n'a jamais trouvé de pareils blocs. Dans la moraine recouvrant le Glacier Adolf, on trouve, comme je l'ai dit, une certaine quantité de matières volcaniques associées à du gravier de terrasses. C'étaient p. ex. des blocs de lave de la grosseur du poing, ainsi que des lapilli. C'est là, que nous sachions, le seul exemple de matières volcaniques transportées, par les glaciers.

Une grande partie des blocs de granite étaient profondément enfoncés dans la matière volcanique: ils semblaient émerger de cette matière par suite de son érosion. J'examinai de plus près un des blocs volumineux déposés à la face méridionale du volcan sur une des collines formées de lave, existant sur ce point. L'un d'eux était voisin du sommet; en débarrassant la lave qui se trouvait désagrégée sous forme d'une masse ressemblant à du macadam, on pouvait constater qu'il plongeait d'un mètre au moins dans la lave. Toutefois on ne réussit pas par excavation à atteindre sa face inférieure. Il en fut exactement de même avec un autre bloc voisin. Au cas où ces blocs auraient été mis en place à la suite d'un transport

par les glaces, on aurait dû plutôt s'attendre à les trouver posés sur une «console» qu'enterrés profondément dans la lave. C'est là ce que j'ai pu constater pour des blocs erratiques de gabbro dispersés à la surface du calcaire dans le district de Ranen (Norvège septentrionale). Nous avons aussi réussi à trouver à 0,50 au moins de profondeur, des petits fragments de lave «in situ» à côté du bloc granitique. Nous trouvâmes que *la face du morceau de lave tournée vers le bloc en question était façonnée à son image*, les proéminences du bloc coïncidant exactement à des enfoncements dans la lave, et vice-versà. Ceci doit être une preuve certaine du fait que la lave a été transportée par le courant de lave.

Un des blocs les moins considérables de granit rencontrés à la surface du volcan a fourni un échantillon de la croûte externe. Cet échantillon a été examiné de près par M. le Docteur GOLDSCHMIDT. D'après lui ce bloc ne montre pas trace de métamorphisme de contact. Ce fait semble indiquer que ce bloc n'a pas dû être charrié par la lave. Mais il peut cependant avoir été amené par suite de phénomènes d'ordre volcanique, dans l'espèce, par suite d'une explosion, et dans ce cas rien ne prouve qu'il ait dû nécessairement subir les effets d'un métamorphisme de contact.

Même au cas où aucun de ces blocs granitiques n'aurait subi les effets d'un métamorphisme de contact, ils peuvent avoir été modifiés dans leurs parties externes, les granites qui ont été exposés au métamorphisme de contact n'ayant ici qu'une cohésion tout-à-fait minime; on peut en effet les réduire en gravier par la simple pression du doigt. Ces blocs eussent-ils même une surface métamorphisée de contact, une pareille croûte aurait pour sûr complètement disparu sous l'action de l'air, au bout de fort peu d'années.

Des blocs provenant du sous-sol sont en effet fort fréquents dans les volcans de l'Eifel et particulièrement dans les murs entourant les Maars, on trouve en effet des masses provenant des roches du sous-sol. Sur certains points de ces murs, par exemple, dans le Maar de Weinfeld, la majeure partie des matières est empruntée aux roches du sous-sol.

Suivant moi, les blocs granitiques que l'on rencontre à la surface du volcan, ont été amenés les uns par des courants de lave, les autres par suite d'explosions — et par les effets de l'érosion, ils ont été ultérieurement enrichis à la surface du volcan.

Il est possible que l'existence des blocs granitiques sur les terrasses marines soit également due à des explosions volcaniques.

On peut enfin mentionner comme preuve d'âge quaternaire du volcan sa forme relativement bien conservée. Spécialement vu du sud, il a une

belle forme conique régulière. Il a en outre un cratère qui n'aurait pu rester si intact, si un glacier eût jamais cheminé par-dessus. On peut toutefois faire ici l'objection qu'il n'y a pas là un cratère, mais un cirque, érodé après l'époque glaciaire par un glacier local. Il est certainement impossible, en se basant sur la forme, de décider laquelle de ces deux opinions répond à la réalité, attendu qu'un pareil demi-cratère et un botn un peu endommagé ne sauraient être distingués l'un de l'autre. Il me semble pourtant que la probabilité milite assez faiblement en faveur d'un botn. Il serait en effet bien difficile à un glacier de trouver ici une base sur cette pente régulière de la petite montagne isolée. La roche est en effet aussi peu favorable que possible à la formation d'un glacier, elle est noire et remarquablement poreuse. De plus, le fond du cirque ne devrait pas avoir pu émerger de 100 m. environ de la surface de la mer; dans tout le district situé à l'est des Baies Bock et Wood, on ne trouve pas un seul cirque à un niveau aussi bas, et le district tout entier est pauvre en apparitions de ce genre.

On peut encore mentionner que la couche extérieure du volcan est formée de tuf constitué par des lapilli, tuf qui dans tous les volcans où il m'a été donné de l'observer, forme partout une croûte extérieure relativement mince. Il n'est par suite, au moins en certains endroits, pas probable qu'il ait été enlevé à la surface du volcan une couche extérieure bien épaisse.

On doit toutefois faire une réserve: le temps dont je disposais pour l'étude du volcan était très-court. Abstraction faite d'une ascension pratiquée par moi pendant la nuit du 8 au 9 août, j'y séjournai du 16 au 21 août. Mais des le 12 avait commencé une période de mauvais temps, avec vent du nord, brouillard et neige, qui dura pendant tout notre séjour. Les derniers jours, la neige recouvrait la montagne jusqu'au bord de la mer, ce qui fait que le travail fut exécuté dans des conditions excessivement désavantageuses. Il faudra continuer les recherches pour tirer au clair les phénomènes difficiles présentés par le volcan, tout spécialement en ce qui concerne les blocs granitiques qui existent à sa surface. Mais même au cas où ces derniers auraient été amenés là par transport glaciaire, cela ne saurait influencer la façon dont je considère le fait, suivant moi bien prouvé, de l'âge quaternaire du volcan.

M. WATNELLIE a encore trouvé un autre cône volcanique, au nord du glacier Hoffnung, à l'ouest de la B. Wood (le M^t Sigurd): D'après lui, les conditions géologiques sont comme suit:

Tout à l'est, au point où se rencontrent le glacier Hoffnung et le glacier Karl, on trouve du granite et du micaschiste. Par dessus vient

du calcaire cristallin, avec plongement de 45^0 vers l'est : ce calcaire avait une épaisseur d'environ 350 m. — Il est clair que c'est la même couche de calcaire que l'on retrouve à l'ouest de la B. Bock. Puis vient un puissant conglomérat avec fort plongement vers l'est, et enfin viennent les grès rouges dévoniens inférieurs de la B. Wood, avec stratification à peu près horizontale. Impossible de voir quelle relation il y avait entre le conglomérat et le grès, attendu que la frontière de ces deux roches était recouverte. Mais d'après des analogies empruntées ailleurs, il y a ici une faille. Le conglomérat est un conglomérat situé à la base du système dévonien, et ce conglomérat est séparé du grès rouge par la grande faille que nous avons suivie depuis la petite B. Red jusqu'au côté ouest de la B. Bock.

La montagne, qui s'élève à pic au côté ouest de B. Wood et au côté nord du Glacier Hoffnung, a une hauteur d'environ 1100 m. Immédiatement à l'ouest vient un cône composé de tuf à lapilli, atteignant une altitude d'environ 1000 m. au-dessus du niveau de la mer. Ce cône est séparé de la montagne de 1100 m. par une passe située à l'altitude de 830 m. Le cône de tuf a lui-même une hauteur d'environ 100 m., et est situé juste à la frontière entre le conglomérat et le grès rouge, un peu à l'ouest de la faille déjà mentionnée existant entre ces deux formations. Du volcan part un filon de lave.

Ce volcan est probablement, lui aussi, d'âge quaternaire. D'après les recherches pétrographiques du Dr. GOLDSCHMIDT, la roche est la même que dans le volcan de la B. Bock, et un cône de tuf situé dans un endroit aussi exposé peut difficilement être supposé d'âge tertiaire ou antérieur.

Nous voyons donc que les localités entourant la B. Wood forment un district volcanique bien caractérisé, où l'activité éruptive s'est perpétuée pendant un temps prolongé. Nous pouvons au moins y distinguer des formations volcaniques séparées appartenant à 3 périodes différentes.

Les puissantes nappes de lave basaltique existant par-dessus les sommets, sont les plus anciennes, d'âge jurassique ou crétacé.

Le neck acéré, de forme si particulière, que l'on trouve à l'ouest de la B. Wood, est d'un âge plus récent. Impossible de tirer aucune conclusion sûre quant à son âge ; il est probablement d'âge tertiaire, ou d'âge quaternaire ancien.

Puis viennent le M^t Sverre et le M^t Sigurd ; le premier est d'âge certainement quaternaire, et le second probablement du même âge. L'activité éruptive qui a présidé à leur formation se perpétue encore de nos jours par les sources thermales jaillissant au côté ouest de la B. Bock.

La première époque est caractérisée par des roches pauvres en alcali, à savoir les basaltes à plagioclase. Les roches des deux autres époques au contraire sont des roches alcalines, ce qui est un fait très-important: les roches des volcans voisins de la Baie Wood sont en effet les seules roches alcalines de toute la grande zone d'éruptions tertiaires et quaternaires de basaltes à plagioclase, existant dans toute la région nord-atlantique.

Nos recherches effectuées au côté ouest de la B. Wood ont, comme je l'ai mentionné, été de courte durée, et elles ont eu lieu par le plus mauvais temps imaginable. Une continuation des recherches le long de la grande faille mettra certainement à découvert un nombre encore plus grand de volcans et d'autres témoignages de l'activité volcanique déployée à des époques relativement récentes.

Une analogie remarquable entre ces districts éruptifs, au Spitsberg et dans l'Eifel, a été signalée à plusieurs reprises.

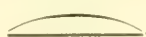
Dans les deux endroits, le sous-sol se compose principalement de couches dévoniennes plissées. De part et d'autre, la surface a été aplanie par les forces «nivelantes» de façon à former un plateau, qui a été ultérieurement soulevé, et tranché par de profondes vallées. Quelque différence qu'il y ait entre l'Eifel et le Spitsberg septentrional, c'est aussi bien au Belvédère près de Manderscheid, ou au sommet du Riesengebirge, *la plaine* qui forme le trait dominant dans le caractère du paysage.

Par-dessus cette plaine s'élèvent des cônes de roches volcaniques anciennes, des sommets arrondis, et de petites protubérances en tufs quaternaires d'âge relativement récent, et des sources thermales forment d'un côté comme de l'autre les dernières traces d'activité volcanique.

Ce qui est bien remarquable aussi, c'est la grande analogie des roches volcaniques, soit d'un côté, soit de l'autre, tant au point de vue chimique qu'au point de vue pétrographique.

Les sources thermales

Ces sources sont situées sur une ligne dirigée de nord en sud, traversant le M^t Sverre et coïncidant en tout cas d'assez près avec la grande ligne de faille. Il y a en tout 8 sources thermales, 2 juste au nord du volcan, les Sources Jotun, et 6 au sud, les Sources Troll. Dans toutes, il y a de puissants dépôts de tuf calcaire, mais les conditions morphologiques sont très-différentes pour les 2 groupes. Dans les Sources Jotun les dépôts calcaires ont la forme de cônes aplatis, dans les Sources Troll, celle de bassins de plus ou moins d'étendue. Examinons d'abord les Sources Jotun.

La plus septentrionale de ces sources est juste au sud du Glacier Friedrich. Le dépôt de tuf est pyriforme avec le gros bout en haut. Sa longueur est d'environ 70 m. et sa plus grande largeur de 60 m. La face supérieure est à 60 m. environ d'altitude au-dessus du niveau de la mer. Il fait saillie de 2—3 m. sur son entourage. Tout autour se trouve une épaisse moraine. Ce tuf calcaire est de couleur jaune-clair ou brune sur quelque points. L'eau coule lentement de l'ouverture, qui, en coupe verticale, offre le profil suivant . Toutes les pierres du voisinage sont recouvertes d'une épaisse croûte calcaire.

La seconde des sources Jotun est à 500 m. au sud-est de la première. Le dépôt de tuf a la même forme que le précédent. (Pl. V). Sa face supérieure est elliptique et a environ 30 m. de longueur, et 15 m. de largeur. Cette partie est à 57 m. environ d'altitude. Sa partie inférieure est à 37 m. d'altitude environ. Tout autour de cette source, il y a aussi une moraine composée principalement de blocs plus ou moins gros. Ceux-ci sont dans un vaste rayon autour de la source, soudés ensemble par du tuf calcaire, de façon à former une brèche solide. Autour du sommet du cône de tuf s'étend un mur élevé, ayant de 1 m. 50 à 2 m. de hauteur et composé en partie de fragments de la brèche en question, et en partie de blocs de granite. (Pl. VIII, fig. 1). La façon dont ce mur s'est produit est assez mystérieuse. Il se peut qu'il soit dû à un phénomène analogue à celui qui a produit les murs entourant les polygones d'un champ polygonal,

ou peut-être aussi à des phénomènes explosifs survenus dans la source même. Il se peut bien qu'à certains moments, la source ait un débit plus considérable, c'est ce qui semble résulter du fait, que les pierres faisant saillie d'un mètre ou deux sur leur entourage sont recouvertes d'une couche calcaire. En outre, on trouve çà et là, autour de la source, sur de hautes pierres, une fine farine calcaire.

L'afflux d'eau dans cette source est un peu plus copieux que dans la première, mais se fait principalement par des canaux analogues à ceux mentionnés plus haut, mais principalement par une bouche de 2—3 dm. de profondeur située au sommet du cône de tuf. La température de l'eau était à la surface de 24°, 5 C.

Les sources Troll sont situées entre le Glacier Karl et le Glacier Schjelderup. La plus méridionale de ces sources est à 3—400 m. de la moraine du Glacier Karl. Il y en a 6 en tout. Les distances entre elles, comptées du milieu d'une source au milieu de la suivante, sont de 200 m., 150 m., 250 m., 100 m et 120 m., en commençant par la distance entre les 2 sources les plus septentrionales et en continuant dans la direction du sud. Les distances sont comptées par pas.

Toutes les sources sont situées sur une ligne horizontale bien marquée, si bien qu'à une certaine distance, on reçoit l'impression que l'on a devant soi une terrasse marine. (Pl. IV, fig. 2). La hauteur maximum des dépôts de tuf au-dessus de niveau de la mer est d'environ 20 m.

A proximité de toutes les sources, il y a de puissants dépôts de tuf calcaire, étagés en bassins analogues aux dépôts bien connus de Rotomahana en N^{elle} Zélande et du Yellowstone Park aux Etats-Unis. La plupart ont toutefois un débit fort peu considérable, quelques-unes sont même tout-à-fait à sec. (Pl. VI, fig. 1). Les beaux bassins sont par suite en voie de décadence pour plusieurs sources, et presque entièrement ruinés sur plusieurs points. Il n'y a que les sources n° 2 et n° 3 comptées à partir du sud, qui aient encore un débit un peu notable. C'est surtout la source n° 3 qui a encore un bon débit, et où les bassins sont par suite bien conservés, et même encore en voie de formation. (Pl. VI, fig. 2). Mais on reconnaît d'ailleurs que même pour cette source, le débit est sur son retour; seuls les bassins septentrionaux sont encore plein d'eau: par contre, les bassins les plus méridionaux sont vides.

L'eau sort avec une grande vitesse d'une excavation en forme de chaudière, ayant une largeur d'1 m. 50 et une longueur de 3 m. (Pl. VII, fig. 1). Elle peut avoir un ou deux mètres de profondeur. Toute cette cuvette est remplie d'algues, d'une mousse et d'une characée et son fond est recouvert d'une épaisse couche de diatomées.

La température de l'eau s'élevait rapidement depuis la surface et en descendant, mais comme n'avions avec nous qu'un thermomètre à fronde, nous dûmes nous contenter de prendre la température au voisinage de la surface: elle était de 26^0 5. Des grandes bulles gazeuses montent sans cesse vers la surface.

De cette cuvette, l'eau passe par un bout de ruisseau de quelques mètres de longueur, dans lequel les algues croissent en grandes quantités, dans un premier bassin. Les alentours de la cuvette et du ruisseau étaient formés par une moraine de fond. L'eau se rend ensuite, en passant par



Fig. 5. La 3^{me} des sources Troll.

Hoel phot., 19 août 1910.

dessus le bord absolument horizontal de la cuvette, dans le bassin suivant, et ainsi de suite.

Les plus grands des bassins avaient de 8 à 10 m. de longueur et 2—3 m. de largeur, ainsi que de 0,20—0,30 m. de profondeur. (Pl. VII, fig. 2). Le nombre des bassins de plus de d'1 m. de longueur était de plusieurs dizaines; en comptant tous les bassins plus petits, on arrive à un total de plusieurs centaines.

Du bord externe de chaque bassin, une paroi verticale allait au bord supérieur du suivant: cette paroi avait par places environ 2 m de hauteur et était joliment sculptée sur sa face externe. (Pl. I, fig. 2).

Le profil des bassins (page 30) donne une idée de leurs dimensions et de leur forme.

Dans la source n° 2, l'eau sourd aussi dans une vasque analogue à celle de la source n° 3, mais il n'y avait au total pas assez d'eau pour

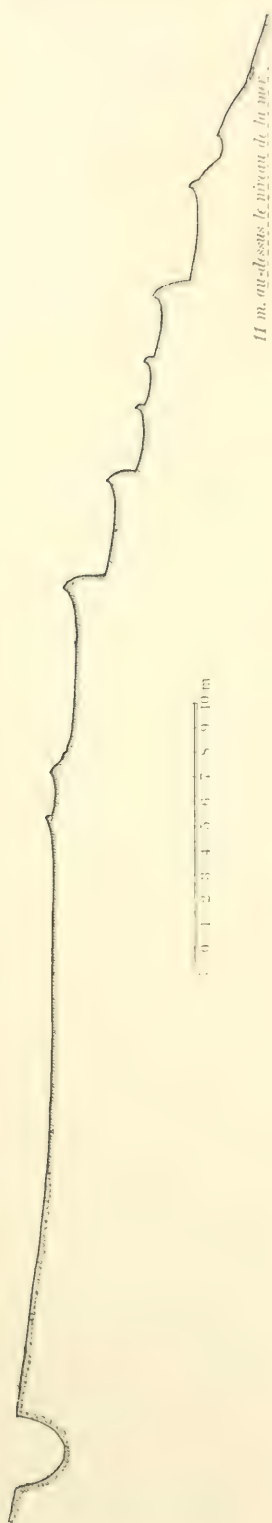


Fig. 6. Profil de la 3me des sources Troll.

remplir tous les bassins, qui se trouvaient par suite en voie de décadence. Ici, à 0,50 au-dessous de la surface, la température était de $28^{\circ},3$ C: c'est la plus haute qu'on ait constatée dans ce système de sources.

Dans une des plus septentrionales des sources Troll, l'eau arrivait du sommet sur de petits cônes de tuf calcaire arasés à 0,20 — 0,30 de hauteur, ressemblant à de petits volcans. L'intérieur du cône, «le cratère» était plein d'algues (Pl. VIII, fig. 2).

Autour du tuf calcaire produit par la source n° 5, il y avait, tout comme dans les sources Jotun un mur formé de blocs d'une grosseur considérable. La température de l'eau dans les sources (sauf celles n°s 2 et 3), est comprise entre $17^{\circ}, 3$ et 25° C.

Un certain nombre d'échantillons d'eau rapportés par nous, ont été analysés par M. le Dr. O. N. HEIDENREICH. Le résultat de ces analyses est le suivant:

Sur 100 cm³ d'eau il y a:

| | 1 | 2 | 3 |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|
| Matières minérales | 0,0988 | 0,2410 | 0,1456 |
| Matières non volatiles | 0,0780 | 0,2178 | 0,1256 |
| Acide sulfurique (SO ₄) | 0,0036 | 0,0104 | 0,0061 |
| Chlore (Cl) | 0,0122 | 0,0779 | 0,0419 |
| Chaux (CaO) | 0,0152 | 0,0160 | 0,0140 |
| Magnésie (MgO) | 0,0068 | 0,0057 | 0,0048 |
| Poids spécifique | 1,0012 | 1,0021 | 1,0017 |

1. N° 3 des Sources Troll, en partant du sud.
2. La plus méridionale des Sources Jotun.
3. La plus septentrionale des Sources Jotun.

Malheureusement les échantillons d'eau rapportés par nous étaient si minimes, qu'on n'a pas pu déterminer leur teneur pour plus de la moitié des substances en dissolution. La source la plus riche en sels est la source la plus méridionale des Sources Jotun. M. le Pro-

fesseur E. POULSSON, qui a eu la bonté d'examiner les analyses, a exprimé l'opinion que ces eaux rappellent jusqu'à un certain point celles d'Ems, à supposer d'ailleurs que les matières solides non-déterminées soient principalement composées de Na_2CO_3 .

Un échantillon du tuf calcaire, rapporté par moi du n° 3 des sources Troll, montrait une stratification visible où chaque couche avait de 5 à 6 mm. d'épaisseur parallèle à la surface des bassins. Ces couches étaient alternativement jaunes et bleu-gris. M. GOLDSCHMIDT a soumis cet échantillon à un examen pétrographique, et trouvé qu'il était exclusivement composé de calcite, ce qui résultait de la double réfraction très-prononcée, et de ce que le minéral était négatif à un axe. Le beau clivage rhomboédrique de la calcite était excessivement net dans l'échantillon.

Les algues et autres plantes que l'on a pu recueillir dans les sources sont actuellement soumises à l'examen du M. le Professeur Dr. N. WILLE, qui a bien voulu provisoirement me faire les communications suivantes :

«Les espèces trouvées dans les sources sont :

Une mousse déterminée par le Dr. N. BRYHN *Campylium polygamum* (BR. EUR.) BRYHN var. *brevicuspis*, LINDB.

Une characée : *chara aspera*, WILLD. forma *Spitsbergensis*, Nordst. C'est une forme nouvelle, déterminée par M. le Professeur Dr. O. NORDSTEDT à Lund.

En fait d'algues, il y en a plusieurs espèces, principalement d'algues vert-bleu.

Parmi celles-ci, j'ai déterminé les suivantes :

Chroococcus minor.

Lyngbya ærugineo-cærulea.

Oscillaria formosa.

Phormidium autumnale.

— *ambiguum*.

— *lamellosum*? (déterm. incertaine).

En fait d'algues vertes, j'ai déterminé les suivantes :

Chlorococcum infusionum.

Scenedesmus quadricauda.

Cosmarium præmorsum, var. nouvelle.

Spirogyra Grevilleana.

Oedogonium oblongum.

Ce qui offre le plus d'intérêt, c'est l'existence de la *Chara aspera* var. *Spitsbergensis*, attendu qu'on n'avait jamais, jusqu'ici, trouvé de characées

si avant vers le nord, et que la variété dont on constate ainsi l'existence présente des caractères excessivement remarquables. La mousse et les algues sont aussi des espèces, que l'on n'a jamais jusqu'ici trouvées aussi loin vers le nord qu'au Spitsberg.»

Il convient enfin de mentionner que juste au sud du Glacier Nygaard, on trouve sous forme de brèche une certaine quantité du tuf calcaire dont j'ai déjà parlé. Il doit donc y avoir eu ici aussi, un afflux d'eau calcaire. Mais actuellement ces sources sont à sec.

Le débit de toutes les sources est somme toute fort peu considérable, comparé à ce qu'il a dû être autrefois. Ce sont évidemment la toute dernière forme de l'activité post-volcanique dans cette région, et le débit va constamment en diminuant à mesure que diminue cette activité elle-même.

En connexion avec ces sources, il convient de mentionner une observation faite par un chasseur norvégien, L. G. NISJA, navire «Nordstjernen» pendant un hivernage à la Baie Sassen, dans l'Istjorden (hiver 1900-1901). Il tenait alors à jour un journal météorologique, qui fut envoyé à l'Institut Météorologique de Norvège. M. GRAARUD, météorologue, m'a fait remarquer certaines observations insérées à la fin du journal. Comme ces observations me semblent avoir leur intérêt en connexion avec les sources thermales de la B. Bock, je vais reproduire ici les observations faites par M. NISJA. Il écrit ce qui suit :

«Au milieu du mois de mars, nous observâmes un bassin à l'intérieur de la B. Tempel, bassin qui n'avait pas gelé de tout l'hiver.

Le 30 mars nous remorquâmes une barque dans ce bassin, afin de faire des observations sur la profondeur et la température de l'eau. La profondeur était de 36 m. 50 et la température de $+ 1^{\circ}$. Nous essayâmes de ramener de l'eau du fond de la baie, pour en mesurer la température, mais arrivâmes encore au même résultat.

Je crois bien certainement que l'examen de ce bassin aura de l'importance au point de vue scientifique : il est des plus curieux à considérer, attendu que, de temps à autre, il semble venir du fond, dans le milieu de l'eau, de forts tourbillons qui mettent l'eau en mouvement dans tous les sens, comme dans un chaudron.

Il semble donc que tandis que le froid de l'hiver était au maximum, cette eau aurait atteint son maximum de chaleur ; ultérieurement, en effet il s'est formé une mince couche de glace sur les bords ; le bassin ayant ainsi diminué de diamètre en dernier lieu.

Ce bassin peut bien avoir 500 m. de circonférence, mais il était un peu plus grand au commencement de l'hiver.

Pendant tout l'hiver, la température de la baie ayant été de $\div 2^0$, il est bien singulier de constater des degrés de chaleur juste en contre-bas du grand glacier. Tout l'Isfjord, jusqu'à son point le plus extrême vers la mer, ne forme qu'une seule couche de glace : il est donc impossible que des eaux chaudes arrivent de la mer. Suivant mon opinion, cette eau chaude doit sourdre de l'intérieur des terres et échauffer la baie en partant du fond».

D'après la carte géologique du Spitsberg par M. A. G. NATHORST¹, l'intérieur de la B. Tempel est situé en prolongement de la faille bornant le terrain dévonien du côté de l'est. Le bassin décrit par M. Nisja est très probablement une source thermale située sur cette faille. Les indications de température fournies par NISJA sont assurément exactes ; ses thermomètres, qui appartenaient à l'Institut Météorologique de Norvège, étaient pour sûr de tout repos.

¹ Nathorst, A. G., Beiträge zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König Karl-Landes, l. c.

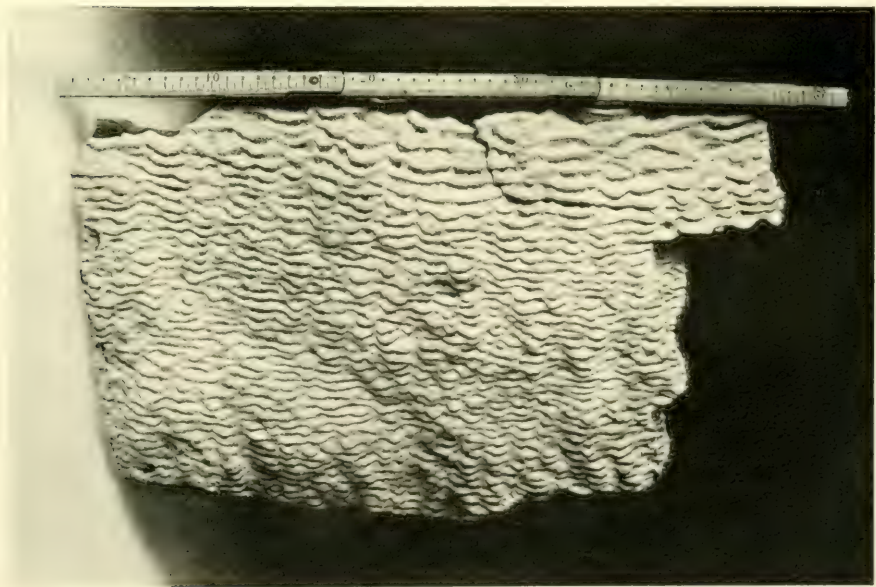
Errata:

Le point 285 à l'ouest du M^t Sverre doit être déplacé sur la carte de 3,5 mm. vers l'est.



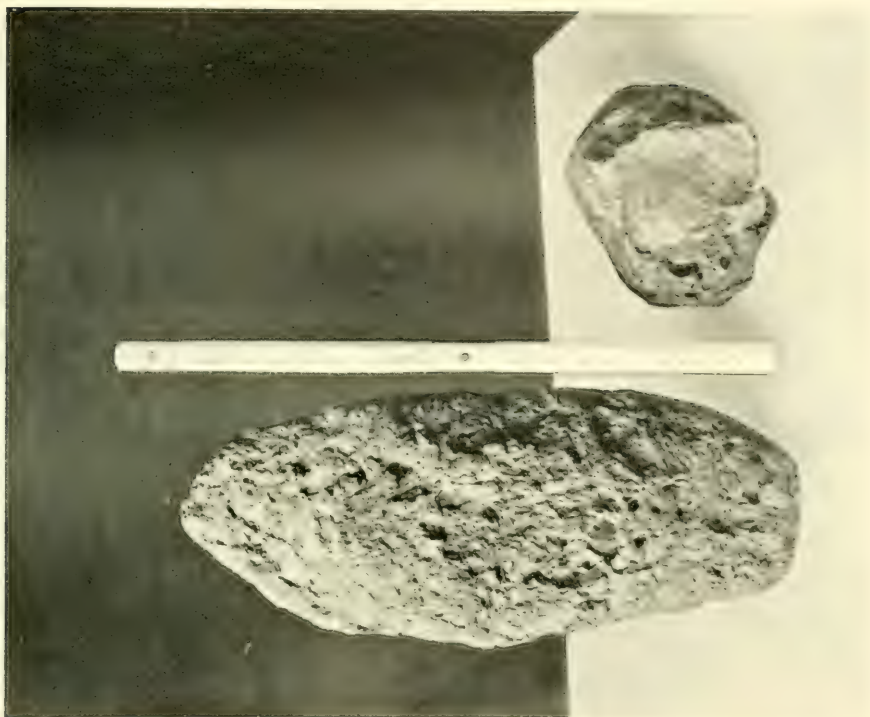
Holtedahl phot. 11 août 1910.

Fig. 1. Restes de lave recouvrant le grès au côté est de la B. Wood. Vue prise du Set 894 m. vers le sud.



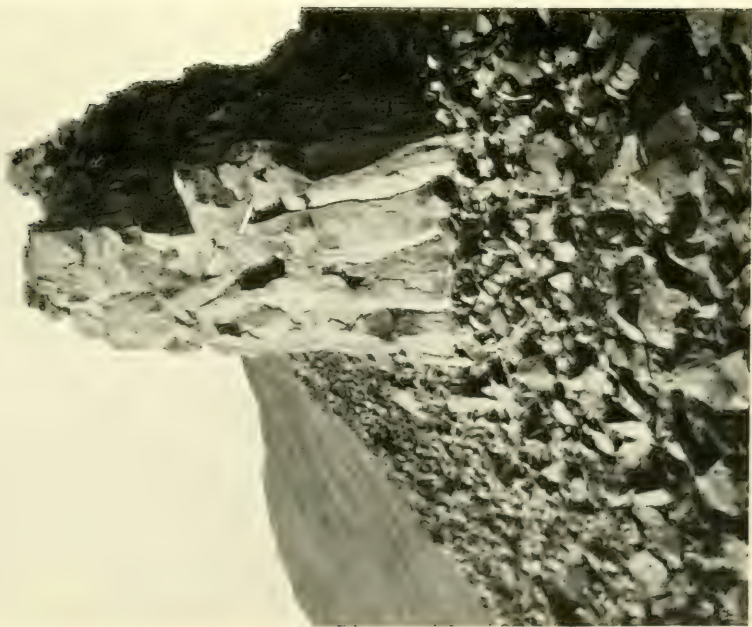
Worm Petersen phot

Fig. 2. Surface des dépôts calcaires des sources Troll.



Worm-Petersen phot.

Fig. 2. Bombes du M^t Sverre.



Holstedahl phot. 11 août 1910.

Fig. 1. Péninsule de lave au milieu de la crête 804 m.



Holstedahl phot. 11 août 1910.

Fig. 1. Lave boursouflée de la partie septentrionale de la crête 894 m.



Holst phot. 10 août 1910.

Fig. 2. Mt Sverre. Vue prise vers le nord d'un point à 300 m. au-dessus du niveau de la mer au sud du Glacier Schjelderup. Le pied méridional du volcan est caché par la brume.



Fig. 1. Vallée de la B. Bock. Vue prise du Mt Sverre (506 m) vers le sud.
Koller phot. 8 août 1910



Fig. 2. Vue générale des sources Troll, prise de la moraine du Glacier Karl.
Isachsen phot. 20 août 1910.



Isachsen phot. 21 août 1910.

Fig. 1. La plus méridionale des sources Jotun.



Fig. 1. La 4^{me} des sources Troll.

Hoel phot. 19 août 1910.



Fig. 2. La 3^{me} des sources Troll.

Hoel phot. 19 août 1910.



Høst. phot. 19. april 1910

Fig. 1. La 3^{me} des sources Troll. Point où l'eau jaillit.



Høst. phot. 19. april 1910

Fig. 2. Un des grands bacsins de la 3^{me} des sources Troll.



Isachsen phot. 20 août 1910.

Fig. 1. Mur entourant la plus méridionale des sources Jotun.



Isachsen phot. 21 août 1910.

Fig. 2. Sources Troll. Dépôts calcaires en forme de cratère.

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG EINIGER ERUPTIVGESTEINE VON NORDWESTSPITZBERGEN

VON

V. M. GOLDSCHMIDT

MIT EINER TAFEL

VIDENSKAPSSKAPPELIG SAMLING. I. MATHEMATIK- OG KLASSE. 1911. Nr. 31

UTGIT FOR FRIDTJOF NANSSENS FOND

KRISTIANIA
IN KOMMISSION BEI JACOB DYBWAD

1888

Fremlagt i fællesmotet 3. mai 1911 ved professor Brogger.

DIESE ABHANDLUNG ERSCHEINT ALS PUBLIKATION
DER NORWEGISCHEN SPITZBERGEN-EXPEDITION 1909—1910
UNTER DER LEITUNG VON RITTMEISTER GUNNAR ISACHSEN

Das Material zu vorliegender Untersuchung wurde im Sommer 1910 von Universitätsstipendiat O. HOLTEDAHL und cand. real. A. HOEL an der Spitzbergen-Expedition des Rittmeisters G. ISACHSEN gesammelt und mir liebenswürdigst zur petrographischen Bearbeitung zur Verfügung gestellt.

Die basaltischen Eruptivgesteine von Nordwestspitzbergen, aus der Umgebung der Wood-Bay, lassen sich in petrographischer Beziehung in zwei Hauptgruppen teilen. Die erste bilden die deckenförmig auftretenden Ergüsse, die als typische Plagioklasbasalte zu bezeichnen sind.

Die Gesteine der beiden jungen Tuffmassen, ebenso das einer stockförmigen Masse, gehören dagegen einem andern Typus an, der den Ergußformen essexitischer Magmen nahe steht. Im folgenden sollen beide Gruppen getrennt behandelt werden.

Plagioklasbasalte.

Die geologischen Verhältnisse dieser Gesteine sind von Herrn Universitätsstipendiat HOLTEDAHL¹ beschrieben worden. Die dunkeln, oft schlackigen Basalte bilden Decken, die aber nur in Erosionsrelikten auf den Gipfeln erhalten sind. Das geologische Alter läßt sich als präglacial und post-devonisch bestimmen. Die vorliegenden Beobachtungen gestatten keine genauere Altersbestimmung, aber nach den Resultaten der petrographischen Untersuchung darf mit größter Wahrscheinlichkeit vermutet werden, daß die Ergußgesteine mit denen von Franz-Joseph-Land und König-Karl-Land gleichaltrig sind. Diesen werde gemeinhin dem Jura oder der Kreidezeit zugerechnet, ein solches Alter wäre dann auch für die Plagioklasbasalte von Nordspitzbergen anzunehmen. Der ausgezeichnete Erhaltungszustand der Gesteine, das Fehlen fast aller Umwandlungserscheinungen, könnte allerdings für ein jüngerer, vielleicht tertiäres, Alter sprechen².

¹ A. HOEL et O. HOLTEDAHL: Les nappes de lave, les volcans et les sources thermales dans les environs de la Baie Wood au Spitsberg. Vid. Selsk. Skr. Mat.-Naturv. Kl. 1911. No. 8.

² Verg. auch C. BURCKHARDT, Centralbl. f. Min. 1911, p. 442.

Makroskopisch erscheinen die Gesteine teils vollkommen dicht, teils erkennt man einsprenglingsartige Plagioklastafeln und gelbe Olivinkörner. Die Plagioklase erreichen in einigen Fällen Centimeterlänge.

Im folgenden sollen die einzelnen Proben näher beschrieben werden.

Gipfel innerhalb Kap Augusta Victoria, Höhe 894 m.

I¹.

Gemengteile Plagioklas, Augit, Olivin, Erze, Apatit.

Der Hauptbestandteil ist Plagioklas in dünnen Tafeln. Die Plagioklase der ersten Generation sind durchschnittlich 0,1 mm. groß, die der zweiten nur 0,03 mm. Die Tafeln zeigen in ihrer Anordnung deutliche Fluidalstruktur. Häufig sind Doppelzwillinge.

Plagioklase erster Generation.

Schnitte \perp MP

| $\alpha':M$ | Mittel | |
|---|----------|--------------------|
| $\left\{ \begin{array}{l} 33^0 \\ 30 \end{array} \right.$ | $31,5^0$ | $59\% \text{ An.}$ |

Olivin ziemlich spärlich in großen Einsprenglingen.

Olivin negativ, Achsendispersion $\varrho > v$ um α .

Der Pyroxen ist intensiv violettbraun gefärbt, Doppelbrechung positiv, 2 V etwa 40^0 Achsendispersion an beiden Achsen sehr verschieden, Achse A schwach $\varrho > v$, Achse B stark $\varrho > v$.

Die Krystallisation des Pyroxens hat später begonnen, als die der Plagioklase.

II. (Analyse 2.)

Schlackige Lava, Mineralbestand Plagioklas, Olivin, Pyroxen, etwas Apatit, Erze fehlen ganz. Korngröße wie bei I. Die Plagioklase sind deutlich zonargebaut. Recht häufig sind zwei Doppelzwillinge nach Albit- und Carlsbader-Gesetz zu einem Baveno-Compositen verwachsen, sodaß sich beide Doppelzwillinge im MP Schnitt senkrecht durchkreuzen. Ich fand in einem Individuum Kern $65\% \text{ An.}$ Hülle 55, in einem andern, nicht zonargebauten $45\% \text{ An.}$

¹ Die Zahlen I bis III entsprechen aufeinanderliegenden Bänken in der Reihenfolge von unten nach oben, vergl. HOLTEDAHL'S Beschreibung, dazu kommt noch eine vierte Bank schlackiger Lava, von der aber keine Probe mitgebracht wurde.

Der braune Pyroxen ist positiv, seine Menge ist geringer als in den beiden vorigen Gesteinen; $c:\gamma$ wurde zu 44° bestimmt, $2V$ ist etwa 50° . Die Achse B zeigt starke Dispersion $\varrho \gg v$ um γ .

Olivin findet sich in einigen großen intratellurischen Individuen.

III. (Analyse 1.)

Viel grobkörniger als das vorige Gestein, Plagioklastafeln der ersten Generation bis centimetergroß. Ein Plagioklas erster Generation ergab folgende Auslöschungswinkel im Schnitt \perp MP:

| | $\alpha': M$ | Mittel | |
|---|--------------|--------|------------|
| | Kern | | |
| 1 | 33 | | |
| | 34 | 33,5 | 61 % An. |
| | Hülle | | |
| | 28 | 28 | 53 % An. |
| 2 | 36 | | |
| | 33 | 34,5 | 62,5 % An. |

Oft zeigen die äußeren Teile der großen Plagioklase vielfach wiederholte Rekurrenzen mit Variationen von einigen % An. Doppelzwillinge nach Albit- und Karlsbadergesetz sind ganz gewöhnlich. Doppelbrechung positiv.

Die Plagioklase zweiter Generation treten ebenfalls mit Vorliebe in Doppelzwillingen auf. Ein Schnitt \perp MP ergab

| | $\alpha': M$ | Mittel | |
|---|--------------|--------|----------|
| { | 26 | | |
| | 24 | 25 | 42 % An. |

Von dunkeln Mineralien finden sich Pyroxen und recht viel Olivin, Erze fehlen fast völlig, etwas Apatit ist vorhanden. Der braune Pyroxen ähnelt dem in dem vorigen Gestein, $2V$ etwa $50-60^\circ$, $c:\gamma$ 42° . Achsendiffusion stark an der Achse B, schwach an der Achse A an beiden $\varrho > v$ um γ . Auslöschungsdispersion ist am braunen Augit nicht deutlich wahrnehmbar. Als äußerster Rand tritt stellenweise ein farbloser Pyroxen in geringer Menge auf, sein Auslöschungswinkel $c:\gamma$ ist geringer als beim ändern, nach Messungen an einem ungünstigen Schnitt ist $c:\gamma$ etwa 35° .

Die Doppelbrechung des Olivins ist negativ. Er ist mitunter längs Sprüngen etwas umgewandelt.

Dieses Gestein ist auf Fig. 1 dargestellt.

Sørli's Fjeld.

Viel feinkörniger als die vorigen Gesteine. Verstreute große Olivinkörner und spärliche porphyrische Plagioklase liegen in einer Grundmasse von Plagioklas, Pyroxen und Olivin, die opake Erze und etwas Apatit führt.

Plagioklase in Schnitten \perp MP ergaben

| | α' : M | Mittel | |
|---|---|--------|----------|
| 1 | $\left\{ \begin{array}{l} 34^0 \\ 32 \end{array} \right.$ | 33^0 | 61 % An. |
| 2 | $\left\{ \begin{array}{l} 30 \\ 28 \end{array} \right.$ | 29 | 55 % An. |

Der braune Pyroxen ist identisch mit dem der vorigen Gesteine, er füllt auch hier die Zwischenräume zwischen den Plagioklasleisten aus.

Der Olivin findet sich in zwei Generationen. Die großen intratellurischen Einsprenglinge, ebenso wie die kleinen Olivine der Grundmasse sind negativ mit $2V$ etwa 85^0 , Achsendispersion $\rho > v$ um α deutlich.

Die kleinen Olivine sind gut idiomorph begrenzt. Umwandlungserscheinungen treten wesentlich an den großen Einsprenglingen auf, sie äußern sich in schmalen Rändern aus dem »roten Mineral«.

Ein zweiter Dünnschliff ergab ein ähnliches Bild, hier waren die großen Olivin-Einsprenglinge besonders reichlich vorhanden.

Riesengebirge.

Ein Handstück, eingesammelt durch Herrn Ingenieur KOLLER, mit der Ortsangabe Riesengebirge, Woodbai, gehört ebenfalls zu den Deckengüssen, es ist ein typischer Glasbasalt.

In einem braungrünen, stellenweise schlierigen, Glas (Lichtbrechung etwas höher als die von Canadabalsam) liegen große Krystalle von Plagioklas und Olivin, samt kleinen Krystallskeletten von Plagioklas.

Am Plagioklas (Einsprenglinge) maß ich in Schnitten \perp MP.

| | α' : M | Mittel | |
|---|---|--------|----------|
| 1 | $\left\{ \begin{array}{l} 30^0 \\ 30 \end{array} \right.$ | 30^0 | 57 % An. |
| 2 | $\left\{ \begin{array}{l} 33 \\ 28 \end{array} \right.$ | 30,5 | 57 % An. |

Der Olivin bildet große Körner, die teilweise durch beginnende Resorption zahlreiche unregelmäßige Einbuchtungen zeigen. Seine Individuen erreichen, ebenso wie die des Plagioklases, etwa 5 mm. Größe. Doppelbrechung negativ, $2V$ ca. 85^0 , Achsendispersion deutlich $\rho > v$ um α .

Das Glas zeigt stellenweise Umwandlungerscheinungen, längs Sprüngen ist eine rotbraune faserige Substanz gebildet worden.

Das Vorkommen von Glas ist auch bei Ergußgesteinen von König-Karl-Land, östlich von Spitzbergen, beobachtet worden¹.

Wächter.

Ein loser Stein von einem andern Gipfel, Berg Wächter, gesammelt von Herrn Rittmeister G. ISACHSEN, erwies sich ebenfalls als Plagioklasbasalt. Am Plagioklas bestimmte ich im Schnitt \perp MP.

| $\alpha' : M$ | Mittel | | |
|---------------|--------|------|----------|
| Kern | 36 | | |
| | 38 | 37 | 68 % An. |
| Hülle | 31 | | |
| | 32 | 31,5 | 59 % An. |

Olivin negativ, $2V$ etwa 85° , Achsendispersion $\varrho > v$ um α .

Der violettbraune Pyroxen ist positiv, $2V$ etwa 50° . Die Achse A zeigt schwache, die Achse B sehr starke Dispersion $\varrho > v$ um γ .

In der Lava III (p. 5) fanden sich kopfgroße Einschlüsse eines dunkeln Gesteins mit großen Feldspateinsprenglingen. Es ist ein glasig erstarrter Basalt mit Einsprenglingen von Feldspat und Olivin. Das Gestein ist stark umgewandelt und mit limonitischen Substanzen durchsetzt, ursprünglich war es wohl mit dem oben beschriebenen Glasbasalt identisch.

Von den Plagioklasbasalten sind durch Herrn Prof. MAX DITTRICH in Heidelberg zwei Analysen ausgeführt worden (siehe p. 16).

In Uebereinstimmung mit dem Resultat der optischen Untersuchung zeigen die Analysen die Zusammensetzung typischer Plagioklasbasalte.

Trachydoleritische Ergußgesteine.

Von ganz anderer Art sind die Eruptivgesteine vom Vulkan Sverres Fjeld an der Bockbay, von der Tuffmasse Sigurds Fjeld und von einer schlotförmigen Masse Halvdans Fjeld an der Woodbay. Alle diese Vorkommen lieferten Laven trachydoleritischer Art, die durch hohen Gehalt an basaltischem Titanaugit charakterisiert sind. Gemeinsam ist den drei Fundorten das Vorkommen gelber Enstatit-Olivin-Diopsid-Knollen mit Spinell als Einschluf im Trachydolerit². Sehr charakteristisch ist ferner das Auftreten eines braunen Amphibols als Grundmassenbestandteil in fast allen Gesteinsproben.

¹ Siehe A. HAMBERG (Geol. Fören. Förh. Bd. 21 1899).

² Eine ausführliche Beschreibung dieser Knollen durch Herrn H. BACKLUND in St. Petersburg wird in nächster Zeit erscheinen.

Gesteine des Vulkans Sverres Fjeld an der Bockbay

(vergl. A. HOELS geologische Beschreibung l. c.).

Plattenförmig abgesonderte Lava von einem Gang an der Ostseite, Höhe ca. 300 m. (Analyse 3).

Viele Blasenräume.

Gemengteile Plagioklas, Titanaugit, Amphibol, Olivin, Magnetit, Titan-eisen, Apatit, Glas.

Als fremde Einsprenglinge außerdem Olivin, Enstatit und Spinell, sowie ein farbloser oder grünlicher Augit.

Plagioklas findet sich in leistenförmigen Individuen. Er ist jünger als die Hauptmasse des Titanaugits. Seine Menge ist viel geringer als in den Plagioklasbasalten der Woodbay, auch ist er Anorthit-ärmer.

Folgende Bestimmungen wurden an Schnitten \perp MP ausgeführt:

| | α' : M | Mittel | |
|---|-----------------|-------------------|----------|
| 1 | 22 ⁰ | 23,5 ⁰ | 38 % An. |
| | 25 | | |
| 2 | 23 | 24,5 | 40 % An. |
| | 26 | | |

Der Plagioklas ist höher lichtbrechend als Canadabalsam.

Es ist bemerkenswert, daß ein skelettartiges Aggregat von Eisenerzen sich sehr oft durch den ganzen mittleren Teil der Plagioklastafel erstreckt.

Der Olivin kommt auf drei verschiedene Arten vor.

Erstens als große, schon makroskopisch sichtbare Körner, die sicher aus zersprengten Olivinknollen stammen, wie man aus der häufigen Verwachsung mit Spinell und Enstatit erkennt. Diese Olivinkörner sind zum Teil stark korrodiert. Die großen Olivine sind optisch positiv, Achsen-dispersion $v > \rho$ um γ .

Zweitens findet sich der Olivin in kleinen Krystallen, die wohl dem Gestein selbst angehören, diese sind negativ.

Drittens kommt Olivin als magmatisches Resorptionsprodukt um Enstatit vor, siehe Enstatit.

Monokliner Pyroxen findet sich in zwei verschiedenen Arten.

Verhältnismäßig selten ist ein farbloser oder grünlicher Augit, der nur in unregelmäßig geformten Körnern als Einschluf¹ auftritt und stets von Titanaugit umwachsen ist.

Der Titanaugit bildet den Hauptbestandteil des Gesteins. Er zeigt ausgezeichnete Sanduhrstruktur. Die Farbe ist eine stark violette, be-

¹ Dieser Augit stammt offenbar aus zersplitterten Olivin-Enstatit-Knollen, in denen er oft ein sehr wesentlicher Gemengteil ist.

sonders in den Anwachskegeln der Prismenzone. Ich maß folgende Auslöschungswinkel $c : \gamma$:

Anwachskegel der Prismenzone.

59^0

Anwachskegel von $\{111\}$.

48^0

Ähnliche Auslöschungswinkel wurden an andern Gesteinen dieses Vulkans beobachtet. Die Auslöschungsdispersion ist ungemein stark $v \gg \rho$ für $c : \gamma$, besonders bei den Anwachskegeln der Prismenzone.

In Bezug auf Achsendispersion schließen sich diese Titanaugite ganz an die typischen Verhältnisse an, mit weit stärkerer Dispersion der Achse B als der Achse A (bei beiden Achsen entgegengesetzt, bei B $\rho \gg v$ um γ). Winkel der optischen Achsen ziemlich klein.

Zwillingsbildung des Titanaugits kommt nach verschiedenen Gesetzen vor. Am häufigsten ist Zwillingsbildung nach $\{101\}$. Diese Zwillingsbildung ist bei den Titanaugiten aller verwandter Gesteine von Spitzbergen ganz gewöhnlich.

Ferner finden sich Drillinge nach $\{122\}$, oft mit sternförmiger Anordnung dreier gleichgroßer Individuen.

Etwas seltener ist Zwillingsbildung nach $\{100\}$, mitunter mit Ausbildung einzelner dünner Zwillingslamellen.

Rhombischer Pyroxen ist in großen Krystallen vorhanden, die mit Olivin und Spinell verwachsen sind, also wohl den Olivin-Enstatitknollen entstammen. Der rhombische Pyroxen ist optisch positiv mit Achsenwinkel nahe 90^0 . Wo er direkt an das Trachydoleritmagma grenzt, ist auf seine Kosten Olivin gebildet worden, der stärker doppelbrechend ist, Vorzeichen der Doppelbrechung negativ. Die Olivinbildung ist von der Oberfläche des Enstatits ausgegangen und führte zu radialstrahligen Olivinaggregaten. Diese enthalten teils noch einen Enstatitkern, teils ist die Umwandlung vollständig verlaufen.

In nicht ganz geringer Menge findet sich braune basaltische Hornblende und zwar als jüngste Bildung. Sie tritt teils selbständig in der Grundmasse auf, teils umhüllt sie den violetten Titanaugit. Die Hornblende ist in Bezug auf Pleochroismus, Achsenwinkel u. s. w. identisch mit der Hornblende in den weiter unten beschriebenen Gesteinen.

Das Auftreten von Hornblende als Grundmassenbestandteil in Ergußgesteinen ist zwar sehr selten, immerhin sind einige Beispiele aus andern Gebieten bekannt¹.

Apatit läßt sich in dünnen Nadeln in allen andern Mineralien nachweisen.

¹ Siehe z. B. MICHAEL STARK, Tscherm. min. petrogr. Mitt. 27 (1908) p. 339.

Eisenerze finden sich in zweierlei Form, teils als scharf begrenzte Magnetitoktaeder, teils in mannigfaltigen skelettartigen Wachstumsformen, die bei intensivster Beleuchtung mitunter braun durchscheinend sind.

Die Grundmasse des Gesteins ist hellgrau gefärbt. Die Lichtbrechung ist niedriger als die von Canadabalsam. Die Hauptmasse dürfte wohl Glas sein, vielleicht tritt daneben noch ein schwach doppelbrechendes Feldspatoidmineral auf (Nephelin?), bei der äußerst geringen Korngröße ließ sich aber keine sichere Bestimmung ausführen, selbst bei Anwendung eines Immersionsobjektivs. Stellenweise enthält die Grundmasse eine Menge winziger farbloser Nadeln, die ich nicht näher bestimmen konnte, dieselben treten auch in den anderen Gesteinen von Sverres Fjeld auf, vielleicht handelt es sich um Apatit.

Hier und da findet man als Einschluf, der aus den Olivin-Enstatitknollen stammt, unregelmäßig begrenzte Spinellkörner, die bis Millimetergröße erreichen. Der Spinell ist grün oder grünbraun gefärbt, die hohe Lichtbrechung und die Isotropie lassen ihn leicht erkennen. An der Grenze gegen den Schmelzfluß ist der Spinell mit opakem Magnetit umrandet (siehe Fig. 3). Oft findet man Spinelle, die zum Teil noch in Olivin eingeschlossen sind, dann ist nur der herausragende Teil von einem Magnetit-saum umgeben.

Ein einzelner Einschluf von Quarz (ein 0,4 mm. langes Bruchstück) entstammt wohl einem der zahlreichen Graniteinschlüsse (siehe unten). Um den Quarz war eine Schicht hell bräunlichgrauen Glases entstanden, dessen Lichtbrechung viel geringer war, als die des Quarzes; um das Glas herum ist ein dichter Saum von Titanaugit gebildet worden.

Große Lavablöcke vom Fuß des Vulkans, Nordostseite.

(Analyse 4.)

Die Gemengteile sind dieselben wie in den vorigen Gestein.

Am Plagioklas maß ich im Schnitt \perp MP

| | $\alpha' : M$ | Mittel | |
|---|-----------------|-----------------|------------------------------------|
| 1 | 15 ⁰ | 15 ⁰ | 30 ⁰ / ₀ An. |
| | 15 | | |
| 2 | 22 | 22 | 35 ⁰ / ₀ An. |
| | 22 | | |

Lichtbrechung des Plagioklases etwas höher als die von Canadabalsam.

Für den Olivin gilt dasselbe, was bei dem oben beschriebenen Gestein mitgeteilt ist.

Der Hauptbestandteil des Gesteins ist violetter Titanaugit mit starker Sanduhrstruktur. Die Anwachskegel der Prismenflächen zeigen deutlichen Pleochroismus γ gelb, α violett.

Der Auslöschungswinkel $c:\gamma$ wurde an drei Individuen bestimmt.

| Anwachskegel der Prismenzone. | Anwachskegel von $\{111\}$. |
|-------------------------------|------------------------------|
| 64 ⁰ | 47 ⁰ |
| 58 | 48 |
| 55 | 50 |

Auslöschungsdispersion für $c:\gamma$ stark $v > \rho$.

Zwillingsbildung wie bei dem Titanaugit des vorigen Gesteins, sehr häufig nach $\{101\}$, seltener nach $\{100\}$. Auch Drillinge nach $\{122\}$ sind recht verbreitet.

In einem einzigen Falle beobachtete ich eine Hülle von grünem Aegirin um den Titanaugit.

Sehr oft findet man um den Titanaugit in Parallelverwachsung eine braune Hornblende, die sich auch in der Gesteinsgrundmasse sehr reichlich zeigt. Der Amphibol ist stark doppelbrechend, $(\gamma-\alpha)$ etwa wie bei dem Titanaugit oder höher. Pleochroismus stark, γ und β braun, α farblos oder schwach gelblich. Doppelbrechung negativ mit recht kleinem Achsenwinkel. Der Auslöschungswinkel $c:\gamma$ wurde zu 9^0-11^0 bestimmt.

Auch die Gesteinsgrundmasse ist, wie oben erwähnt, ganz von haardünnen Amphibolnadeln durchsetzt, daneben kommen vielleicht winzige Biotitblättchen vor¹.

Rhombischer Pyroxen findet sich in Form von Einschlüssen wie in dem vorigen Gestein, randlich ist er stets zu Olivin umgewandelt.

Die Eisenerze sind dieselben, wie in der plattenförmig abgesonderten Lava, ebenso der Apatit.

Als Sekundärbildung findet man an der Wandung von Blasenräumen ein wenig Kalkspat.

Die Grundmasse läßt sich bei der geringen Korngröße des Gesteins schwer näher bestimmen. Großenteils ist es farbloses Glas, dessen Lichtbrechung geringer ist als die von Canadabalsam, zum Teil zeigt sie ganz schwache Doppelbrechung mit unregelmäßiger Begrenzung der einzelnen Felder (Nephelin?).

¹ Die kleinen Hornblendehaare sind im Verhältnis zu ihrer Dicke stärker doppelbrechend als die größeren Krystalle, mit denen sie mitunter Parallelverwachsungen bilden, auch der Pleochroismus ist relativ stärker. Die sichere Unterscheidung von Hornblende und Biotit in solchen Mikrolithen ist sehr schwierig.

Kleine schlackige Lavablöcke von einem Gang an der Nordseite, Höhe ca. 200 m. (Analyse 5.)

Die Gemengteile sind dieselben, wie in den beiden vorigen Gesteinen.

An den leistenförmigen Plagioklasen machte ich folgende Bestimmungen. Schnitte \perp MP

| | $a':M$ | Mittel | |
|---|-----------------|-----------------|------------------------------------|
| 1 | 26 ⁰ | | |
| | 26 | 26 ⁰ | 45 ⁰ / ₀ An. |
| 2 | 27 | | |
| | 28 | 27,5 | 50 ⁰ / ₀ An. |

Die Olivine sind dieselben drei Arten, wie bei den vorigen Gesteinen, die großen Krystalle haben einen Achsenwinkel nahe an 90⁰, vielleicht positiv.

Der violette Titanaugit zeigt auch hier ausgesprochenen Sanduhrbau; wie in den beiden vorigen Gesteinen zeigen die Anwachskegel der Prismenzone einen größeren Auslöschungswinkel und schwächere Doppelbrechung als die von $\{III\}$. Ich fand für den Auslöschungswinkel $c:\gamma$

| | |
|-------------------------------|------------------------------|
| Anwachskegel der Prismenzone. | Anwachskegel von $\{III\}$. |
| 58 ⁰ | 48 ⁰ |

Es ist also derselbe Titanaugit, wie in den vorigen Gesteinen.

Ebenso, wie in den vorigen Gesteinen findet sich als jüngere Bildung brauner Amphibol.

Eisenerze finden sich in denselben zwei Arten, wie in der plattenförmig abgesonderten Lava.

Die Grundmasse ist ein isotropes, hell nelkenbraunes Glas, dessen Lichtbrechung ein wenig höher ist, als die vom Canadabalsam.

Albit fand sich in Form eines vereinzelt Einschlusses (wohl aus Granitblöcken stammend), unwachsen von kalkreicherem Plagioklas.

Dunkle vulkanische Bombe.

Das sehr schlackige Gestein war durch seinen Glasreichtum ausgezeichnet. Scharfkantige Olivinbruchstücke, deren Größe von mikroskopischen Dimensionen bis zu einem Centimeter variierte, lagen in einem hell grünlichbraunen Glas, das ganz von winzigen Mikrolithen des typischen Titanaugits erfüllt war.

Plagioklas war noch nicht zur Krystallisation gekommen, ebensowenig die Eisenerze. Das Glas zeigte deutlich etwas höhere Lichtbrechung als Canadabalsam.

Kalk- und Granitblöcke von demselben Vulkan.

Unter dem von Herrn cand. real. HOEL gesammelten Material befanden sich auch exogene Einschlüsse der Laven.

Ein weißer krystalliner Kalkstein ließ unter dem Mikroskop keinen deutlichen Unterschied gegenüber den krystallinen Kalksteinen erkennen, auf denen der Tuffkegel liegt, es handelt sich sicherlich um ein mitgerissenes Stück der durchbrochenen Unterlage.

Nach HOELS geologischen Untersuchungen liegt dieser Kalk auf einer alten Granitintrusion; auch diese muß von dem Vulkanschlott durchbohrt sein, da sich zahlreiche Graniteinschlüsse in der Lava fanden. Die etwa kopfgroßen Granitblöcke zeigen schon bei oberflächlicher Betrachtung tiefgehende Veränderung, indem sie so bröcklig geworden sind, daß sie selbst bei schwacher Beanspruchung in Grus zerfallen.

Im Dünnschliff zeigte ein solcher Einschuß sehr charakteristische Veränderungen. Der Feldspat und Quarz des ursprünglichen Granits sind einigermassen intakt, der Biotit ist aber völlig umgewandelt. Auf seine Kosten ist ein hellbraunes Glas gebildet (Lichtbrechung niedriger als die von Canadabalsam), das zahlreiche winzige Prismen von rhombischem Pyroxen umschließt. In sehr bedeutender Menge ist Magnetit entstanden, oft bildet er geradezu Pseudomorphosen nach etwas aufgeblättern Biotit-fafern.

Große Granitblöcke, die auf dem Vulkankegel liegen, zeigten im Dünnschliff dagegen keine Spur einer Metamorphose, sie stimmten in jeder Beziehung völlig mit dem normalen Granit desselben Gebiets überein. Selbst die pleochroitischen Höfe im Biotit waren ganz normal vorhanden, bei einer Thermometamorphose wären dieselben wahrscheinlich zuerst verschwunden. Allerdings lag keine Probe von dem alleräußersten Rand dieser Granitblöcke zur Untersuchung vor.

Um die Thermometamorphose derartiger Granite zu studieren, erhitze ich kleine Stücke des nichtmetamorphen Granits im elektrischen Ofen. Trotz sehr langsamer und vorsichtiger Erhitzung zeigte sich bei beginnender Rotglut ein Zerfallen des Gesteins in die einzelnen Mineralkörner, dieselbe Erscheinung, die auch bei den umgewandelten Einschlüssen so auffällig hervortritt.

**Gestein der zweiten Tuffmasse, Sigurds Fjeld (südlich von
der Bock-Bay).**

Das einzige mir vorliegende Stück, welches Herr Adjunkt WATNELLIE eingesammelt hatte, war ein Agglomerat verschiedener Auswürflinge, darunter dieselben Olivin-Enstatit-Knollen, wie in den Gesteinen von Sverres Fjeld.

Ein Dünnschliff durch ein dunkles basaltisches Gestein ergab, daß ein sehr basisches Gestein vorlag, welches den Augititen nahe steht.

Der Hauptbestandteil des Gesteins ist ein violetter Titanaugit mit typischer Sanduhrstruktur.

In geringerer Menge finden sich Körner von Olivin, und zwar in zwei Generationen. Die großen, unregelmäßig begrenzten Olivine sind positiv, $2V$ nahe 90° , Achsendispersion $v > \rho$ um γ . Die kleinen Olivine sind gut idiomorph, Doppelbrechung negativ, $2V$ etwa 75° , Achsendispersion $\rho > v$ um α .

Auch in Pseudomorphosen nach Enstatit kommt Olivin vor, siehe oben.

Plagioklastafeln kommen äußerst spärlich vor.

In geringer Menge findet sich Magnetit.

Grüner Spinell kommt in einzelnen großen Körnern vor, ebenso wie in den Gesteinen von Sverres Fjeld, mit einem Rand von Magnetit.

Die Grundmasse ist ein ziemlich unfrisches Glas; wo es ungetrübt ist, erkennt man, daß es isotrop ist, Farbe hell bräunlich.

Das Gestein scheint noch mehr melanokrat zu sein, als die mir vorliegenden Proben von Sverres Fjeld.

**Gestein der schlotförmigen Eruptivmasse an der Wood-Bay,
Halvdans Fjeld. (Anal. 6.)**

Diese Eruptivmasse liegt inmitten der deckenförmigen Plagioklas-basalte, gehört aber, wie der Mineralbestand und die Analyse zeigt, zu derselben Gesteinsgruppe, wie die Eruptionsprodukte der beiden Tuffmassen.

Ein Dünnschliff zeigte folgende Gemengteile:

Plagioklas, Titanaugit, Hornblende, Olivin, Eisenerze, Apatit, sowie als Einschlüsse Olivin und Enstatit und ein im Schliffe farbloser diopsidischer Pyroxen.

Der Plagioklas bildet schmale Leisten. An einem Schnitt \perp MP bestimmte ich:

| $\alpha : M$ | Mittel | |
|---|--------|----------|
| $\left\{ \begin{array}{l} 19 \\ 22 \end{array} \right.$ | 20,5 | 34 % An. |

Lichtbrechung höher als die von Canadabalsam.

Der Hauptbestandteil des Gesteins ist ein violetter Titanaugit mit deutlicher Sanduhrstruktur, entsprechend der Beschreibung, die ich von Pyroxenen in Gesteinen vom Vulkan Sverres Fjeld gegeben habe.

Als Kern findet man öfters einen farblosen Pyroxen, der mitunter auch in großen Individuen auftritt, die nur eine schmale Hülle von Titanaugit zeigen.

Der braune Amphibol ist derselbe, wie in den oben beschriebenen Gesteinen, zum großen Teil bildet er (vielleicht mit Biotit) kleinste Stäbchen in der als Glas erstarrten Grundmasse.

Olivin findet sich in großen Einsprenglingen, diese sind negativ mit sehr großem Achsenwinkel. Kleine Olivine finden sich als Umwandlungsprodukt von rhombischem Pyroxen, es sind dies dieselben Erscheinungen, wie sie an der plattenförmig abgesonderten Lava von Sverres Fjeld beschrieben sind. Außerdem finden sich kleine Olivine als normaler Gesteinsgemengteil.

Der rhombische Pyroxen, der sich in verstreuten Individuen findet, ist positiv mit $2V$ etwa 85° , durch seine schwächere Doppelbrechung und die Pyroxenspaltbarkeit läßt er sich leicht vom Olivin unterscheiden.

Dieses Gestein enthielt einen etwa centimetergroßen Einschluf, der offenbar schon in der Tiefe erstarrt war und besonders viel Hornblende-krystalle enthielt. Dieselben waren fluidal angeordnet. Die langen Amphibolstengel waren besonders geeignet zu optischen Untersuchungen, da sie viel größere Dimensionen erreichten als die Grundmassenamphibole der Ergußgesteine. Folgender Pleochroismus wurde beobachtet.

γ und β dunkel rotbraun, α hell gelblich.

Ebene der optischen Achsen $\{010\}$, Doppelbrechung negativ, $2E$ recht klein. Auslöschungswinkel klein, $c : \gamma$ wurde an verschiedenen Individuen zu ca. 10° gemessen.

Zusammen mit diesen langprismatischen Amphibolen fanden sich dieselben violetten Titanaugite, wie im Hauptgestein, merkwürdigerweise zeigte auch ein Teil des Pyroxens ganz dünnprismatische Entwicklung nach der Vertikalen.

Dieser Einschluf ist auf Fig. 4 dargestellt.

Analysen der Eruptivgesteine von Nordwestspitzbergen wurden von Herrn Prof. Dr. MAX DITTRICH in Heidelberg auf Veranlassung der Herren HOEL und HOLTEDAHL ausgeführt.

1. Plagioklasbasalt, Lavadecke des Gipfels innerhalb Cap Augusta Victoria.
Lavabank III.
2. Dasselbe Vorkommen, Bank II.
3. Plattenförmig abgesonderte Lava, Vulkan Sverres Fjeld an der Bock-Bay.
4. Große Lavastücke, » — » —
5. Kleine Lavastücke, » — » —
6. Gestein der schlotförmigen Eruptivmasse Halvdans Fjeld an der Wood-Bay.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO ₂ | 50,19 | 49,75 | 44,66 | 45,12 | 45,88 | 44,49 |
| TiO ₂ | 1,47 | 1,38 | 2,76 | 2,69 | 2,87 | 2,60 |
| Al ₂ O ₃ | 14,39 | 14,14 | 12,97 | 13,63 | 13,52 | 13,03 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,027 | 0,015 | 0,005 | 0,007 | 0,006 | 0,016 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,04 | 3,45 | 3,84 | 3,20 | 2,48 | 2,78 |
| FeO | 9,60 | 8,80 | 7,55 | 7,84 | 7,74 | 8,24 |
| MnO | 0,18 | 0,16 | 0,20 | 0,23 | 0,21 | 0,17 |
| NiO | 0,11 | 0,02 | 0,26 | 0,48 | 0,14 | 0,07 |
| MgO | 8,99 | 8,92 | 9,35 | 9,37 | 9,09 | 11,23 |
| CaO | 7,93 | 7,69 | 8,82 | 8,93 | 8,55 | 8,58 |
| Na ₂ O | 3,20 | 3,15 | 4,24 | 4,68 | 4,53 | 3,16 |
| K ₂ O | 0,87 | 0,97 | 2,78 | 2,05 | 2,52 | 2,25 |
| P ₂ O ₅ | 0,63 | 0,62 | 1,10 | 0,93 | 1,19 | 0,92 |
| CO ₂ | Spur | Spur | 0,0 | Spur | Spur | 0,86 |
| unter 110° H ₂ O | 0,08 | 0,25 | 0,48 | 0,36 | 0,17 | 0,55 |
| über 110° H ₂ O | 0,12 | 0,44 | 0,69 | 0,43 | 0,74 | 0,76 |
| | 99,827 | 99,755 | 99,705 | 99,947 | 99,636 | 99,706 |

Die Titansäure wurde in allen Gesteinen kolorimetrisch bestimmt. Bei den Analysen 1, 2 und 6 hat Herr Prof. DITTRICH außerdem eine gewichtsanalytische Bestimmung ausgeführt, die in allen Fällen beträchtlich höher ausfiel (bis zu 2 0/0 Differenz). Da Zirkoniumminerale im Dünnschliff absolut nicht nachweisbar sind, habe ich diese Differenz zur Tonerde gerechnet, also die kolorimetrische Titansäurebestimmung als die richtige angesehen.

Beim Vergleich dieser sechs Analysen sieht man sofort, daß die Gesteine zwei ganz verschiedenen Typen angehören, wie auch schon die Untersuchung von Dünnschliffen ergeben hatte. Die deckenförmig verbreiteten Ergußgesteine an der Wood-Bay entsprechen in ihrer Zusammensetzung völlig den typischen Plagioklasbasalten. Damit stimmen sie mit den bis jetzt bekannten Ergußgesteinen von Franz-Joseph-Land und König-

Karl-Land überein¹. Die einzelnen Typen der Ergußgesteine von der Wood-Bay unterscheiden sich untereinander wesentlich durch wechselnde Menge des Plagioklases gegenüber den dunkeln Gemengteilen. Auf König-Karl-Land haben nach HAMBERGS Untersuchungen weitergehende Differentiationen stattgefunden, einige von ihm untersuchte Proben entsprechen nach Zusammensetzung und Mineralbestand den Hypersthenandesiten. Die bis jetzt beobachteten Variationen halten sich aber stets streng im Rahmen der Alkali-Kalk-Gesteine, der pacifischen Sippe nach BECKES Bezeichnung.

Um so auffälliger erscheint das Auftreten von so alkalireichen Gesteinen, wie sie in den Analysen 3—6 vorliegen. Der chemischen Zusammensetzung nach sind es Gesteine, deren Verwandte unter den Tiefengesteinen jedenfalls bei den Essexiten zu suchen sind, also Vertreter der Alkalireihe.

Es ist höchst befremdlich, diese Ergußgesteine mitten in dem sonst so einheitlichen nordatlantischen Plagioklasbasaltgebiet anzutreffen².

Bekanntlich entspricht nach F. BECKES Auffassung fast jedem Gestein der pacifischen Sippe ein analoges der atlantischen.

Im Fall der beiden Gesteinsgruppen von Nordwestspitzbergen scheinen gerade zwei solche analoge Typen vorzuliegen. Die beiden Gesteinsgruppen unterscheiden sich in demselben Sinn, wie es nach BECKE³ für analoge atlantische und pacifische Gesteine charakteristisch ist. Die alkalireichen Gesteine sind ärmer an Kieselsäure als die alkaliarmen Plagioklasbasalte, ebenso enthalten sie etwas weniger Tonerde. Dagegen sind sie reicher an Titansäure.

Dieses gemeinsame Auftreten der beiden analogen Typen, während anscheinend andere Gesteinsgruppen fehlen, könnte nach meiner Meinung auf einen gemeinsamen Ursprung deuten.

Gerade in der allerletzten Zeit mehren sich die Beobachtungen über enge räumliche Verknüpfung von pacifischen und atlantischen Gesteinen.

Von einer weiteren geologisch-petrographischen Erforschung des interessanten Eruptionsgebiets von Nordwestspitzbergen wird man vielleicht Beiträge zur Kenntnis der magmatischen Differentiation erwarten dürfen.

¹ Es erscheint dagegen zweifelhaft, ob zwischen den Ergußgesteinen und den Diabasgängen von Spitzbergen ein direkter Zusammenhang besteht. Diese Ganggesteine zeigen oft einen viel höheren Tonerdegehalt, als er bei Ergußgesteinen dieses Gebiets nachgewiesen ist.

² Unter den Eruptivgesteinen von Jan Mayen finden sich allerdings Trachyte (siehe SCHARITZER, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 34, 1884, p. 707, und BERWERTH, Die österreich. Polarstation Jan Mayen, Wien 1886).

³ Siehe Tscherm. min. petrogr. Mitt. 22 (1903), p. 227 u. 244.

Gedruckt 23. Oktober 1011.



Fig. 1. Plagioklasbasalt, + Nicols, vergr. ca. 10. Vergl. p. 5.



Fig. 2. Plagioklasbasalt, glasreiche Facies + Nicols, vergr. ca. 10. Vergl. p. 6.



Fig. 3. Einschluß von Spinell mit Magnetitsaum im Trachydolerit, vergr. ca. 10. Vergl. p. 10.

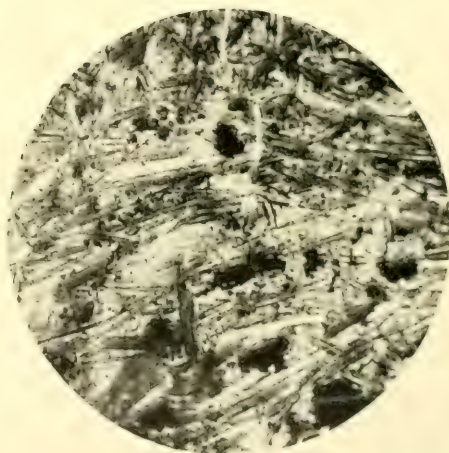


Fig. 4. Einschluß aus Trachydolerit mit fluidal angeordneten Stengeln von Pyroxen und Amphibol, vergr. ca. 60. Vergl. p. 15.

ZUR KENNTNIS DER KARBONABLAGERUNGEN DES WESTLICHEN SPITZBERGENS

I. EINE FAUNA DER MOSKAUER STUFE

VON

OLAF HOLTEDAHL

MIT FÜNF TAFELN

VIDENSKAPSSÆLSKAPETS SKRIFTER. I. MAT.-NATURV. KLASSE. 1911. No. 109

UTGIT FOR FRIDTJOF NANSENS FOND

KRISTIANIA
IN KOMMISSION BEI JACOB DYBWAD

1911

Fremlagt i fællesmøte 3. mai 1911 ved professor Kiær.

DIESE ABHANDLUNG ERSCHEINT ALS PUBLIKATION
DER NORWEGISCHEN SPITZBERGEN-EXPEDITION 1909—1910
UNTER DER LEITUNG VON RITTIMEISTER GUNNAR ISACHSEN

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist aus Studien über eine von mir während der Spitzbergen-Expeditionen unter Rittmeister G. ISACHSEN 1909 und 1910 gesammelten Fossilienkollektion hervorgegangen. Ihre Bearbeitung erfolgte nur zum kleineren Teil in der paläontologischen Sammlung der Universität Kristiania. Im wesentlichen ist sie im geologischen Museum der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt worden. Durch die außerordentliche Güte des Direktors der paläontologischen Abteilung dieses Museums, des Herrn Akademikers TH. TSCHERNYSCHEW, hatte ich Gelegenheit im Herbst 1910 beinahe zwei Monate lang in diesem für mich durch seine reiche Sammlung aus dem russischen Karbon besonders interessanten Museum arbeiten zu können. Auch die schönen Sammlungen des geologischen Comités wurden mir durch die Liebenswürdigkeit des Herrn TSCHERNYSCHEW zugänglich gemacht. Vor allem war jedoch dieser Aufenthalt in St. Petersburg dadurch für mich von großer Bedeutung, daß ich hier meine Arbeit unter dem anregenden Beistand des genannten Gelehrten, des großen Kenners der russisch-arktischen Karbonablagerungen ausführen konnte. Es sei mir hier gestattet, ihm meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Ich hatte in St. Petersburg auch Gelegenheit, den größeren Teil der auf den Tafeln dieser Arbeit dargestellten Figuren durch den ausgezeichneten Photographen und Zeichner des geologischen Comités, Herrn R. Kocu ausführen zu lassen. Ich bringe diesem Herrn für seine vortreffliche Arbeit hierdurch meinen besten Dank.

Kristiania, Mai 1911.

Geologische Einleitung.

Die Möglichkeit des Vorhandenseins der Stufe von *Spirifer Mosquensis* oder der Moskauer Stufe, des Mittelkarbons der russischen Geologen, in den Karbonablagerungen von Spitzbergen war seit langem eine umstrittene Frage. Seitdem GOËS 1884 die von NATHORST und DE GEER im Sommer 1882 gesammelten Fusulinen als *Fusulina cylindrica*, FISCHER bestimmte¹, hat man viele Jahre den Fusulinenkalk von Spitzbergen mit seinen angrenzenden, besonders unteren, Teilen des Cyathophyllumkalks als identisch mit der russischen Mosquensis-Zone angesehen. Im Jahre 1899 hat J. G. ANDERSSON auf Grund der erwähnten Bestimmung und auch gestützt auf ein paar angebliche Funde von *Spirifer Mosquensis* (in grauem Kalkstein von Kap Fanshawe in Hinlopen und von Kingsbay) sich ebenfalls für das Vorhandensein der Zone auf Spitzbergen ausgesprochen².

In seiner großen Arbeit »Die oberkarbonischen Brachiopoden des Ural und des Timan« hat dann TSCHERNYSCHEW 1902 zum ersten Mal seine Zweifel über die Bestimmung von GOËS geäußert und auch die Identität der von ANDERSSON erwähnten Spirifer-Form von Kap Fanshawe mit *Spirifer Mosquensis* verneint. Nach seiner Meinung war die Moskauer Stufe auf Spitzbergen nicht nachgewiesen.

Die neuen Arbeiten über die arktischen Karbon-Foraminiferen (SCHELLWIEN, STAFF, Monographie der Fusulinen, Teil I: »Die Fusulinen des russisch-arktischen Meeresgebietes«, Paläontographica, LV und STAFF, WEDEKIND: »Der oberkarbone Foraminiferensapropelit Spitzbergens«, Bull. geol. inst. Upsala, 1910) haben jetzt das Fehlen der echten *Fusulina cylindrica* festgestellt, dagegen das Vorkommen von mehreren anderen Formen nachgewiesen, die die Annahme einer Gleichaltrigkeit des Fusulinenkalks mit der oberkarbonischen *Schwagerina*-Stufe notwendig macht.

¹ Om *Fusulina cylindrica* FISCHER, från Spetsbergen, Öfvers. Kgl. sv. vet. ak. förh. B. 40.

² Ueber die Stratigraphie und Tektonik der Bären-Insel, Bull. geol. inst. Upsala IV. pag. 262,

In der Hauptsache ist die Stellung in den letzten Jahren die gewesen, daß keine Tatsache vorgelegen hat, die als Beweis für das Vorhandensein der Moskauer Zone auf Spitzbergen geltend gemacht werden konnte. In den zuletzt erschienenen Arbeiten über die Stratigraphie der Karbonablagerungen Spitzbergens hat man in der Schichtenfolge meistens¹ eine Lücke an der Stelle der erwähnten Zone gelassen, wie STAFF in seinem Schema für die Karbonablagerungen der russisch-arktischen Länder (*Paläontographica* LV, P. 159) und NATHORST in »Beiträge zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König-Karl-Landes«². NATHORST erwähnt jedoch auch die Möglichkeit, daß vielleicht die untere Gipsstufe, wie sie im Inneren der Klaas-Billen Bay beobachtet werden kann, zur Zeit des russischen Mittelkarbons abgelagert ist.

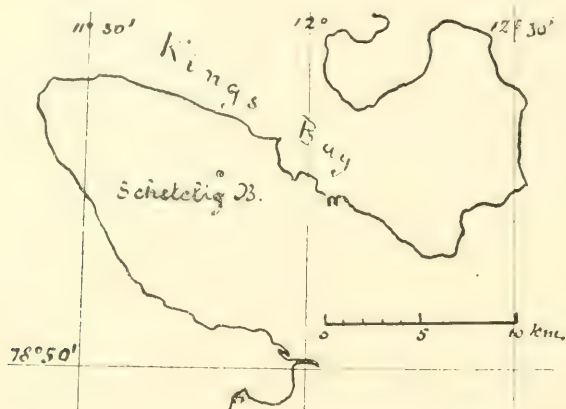


Fig. 1. Kartenskizze von Brøggers Halbinsel.

Es war deshalb von ganz besonderem Interesse, als ich auf der Spitzbergenexpedition im Jahre 1909 während meiner geologischen Arbeiten auf der Halbinsel zwischen Kings Bay und dem Meere, von ISACHSEN *Brøggers Halbinsel* genannt, den Fund einer Karbonfauna machte, in der sich unzweifelhafte Leitfossilien der Moskauer Stufe befanden.

Ich will hier zuerst mit ein paar Worten die stratigraphischen Verhältnisse der tieferen Teile der an der Kings Bay vorkommenden Karbonschichten erwähnen. Hinsichtlich der allgemeinen stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse der Karbonablagerungen in diesem Gebiete verweise ich im übrigen auf eine andere bald zu erscheinende Arbeit.

Das unterste Glied bilden die obersten Schichten des schon von BLOMSTRAND beobachteten Culmsandsteins. Dieser Sandstein, der nur spärlich

¹ In Lehrbüchern wird das alte Schema für die Karbonablagerungen von Spitzbergen und der Bären-Insel gewöhnlich aufgeführt.

² Bull. geol. inst. Upsala X. 1910. p. 345.

pflanzenführend ist, tritt, soweit ich gesehen habe, bloß hie und da im nördlichen Teil an der Westküste der Halbinsel zu Tage, sonst läuft er überall unter der Meeresfläche hin. Auf diesem Sandstein ist im ganzen Gebiet ein abwechselnd graues und rotes Konglomerat von ganz beträchtlicher Mächtigkeit abgelagert worden — ein genaues Messen war nicht möglich. Dieses Konglomerat tritt auf weiten Strecken an dem nördlichen Teil der Küste der Halbinsel zu Tage sowohl an der Außen- wie an der Innenseite, und kann auch hie und da beobachtet werden auf dem großen flachen Vorland, das den eigentlichen Gebirgsrücken umgibt und ihn vom Meere trennt. Die Schichtenstellung ist meist sehr flach; man kann selten ein — unregelmäßiges — Fallen von $10-20^0$ beobachten. Auf diesem Konglomerate lagern dann überall Kalkschichten auf, an verschiedenen

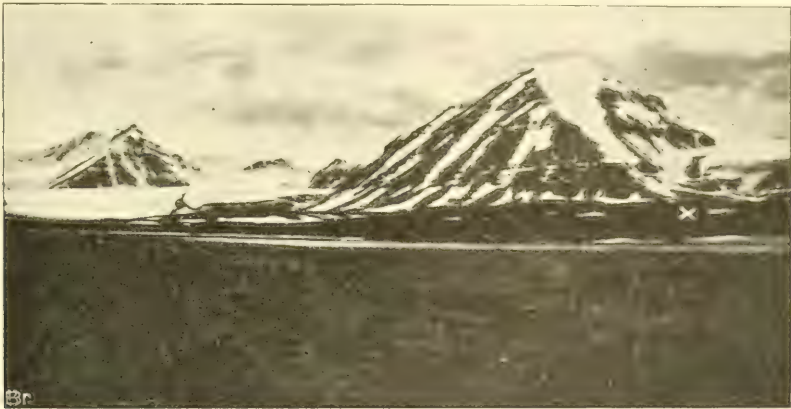


Fig. 2. Fundstelle der Fossilien (X) von NO gesehen. Im Hintergrunde Schetelig Berg.

Stellen jedoch von verschiedenem Aussehen. An der Außenseite sind es wesentlich ziemlich dunkle Kalke; an Fossilien finden sich meistens nur Korallen, die oft sehr reichlich auftreten und dem Gestein den Charakter eines Korallenkalks geben, an der N—O-Seite der Halbinsel dagegen habe ich ganz lichte, weißliche Kalke beobachtet. Und gerade in solchen Kalkschichten, etwas nordöstlich vom *Schetelig Berg*, in dem inneren, dem Berge zunächstliegenden, Teil des schwach nach der Küste zu abfallenden Vorlandes wurden in einer Höhe von etwa 57 m. (nach Aneroidmessung) die erwähnten Reste einer Fauna der Moskauer Zone gefunden. Die Kalkschichten sind auch nicht besonders gut entblößt, sie sind anstehend nur in einigen ganz kleinen, bloß 1—2 m. hohen Bergrücken zu sehen; sie zeigen ein schwaches Fallen gegen Südwesten. Die reichste Einsammlung von Fossilien macht man in der Menge von losen, durch Frostwirkung abgespaltenen Gesteinsstücken, die überall auf diesem aufragenden Felsenrücken herumliegen. Das Gestein ist zum Teil ein typischer, ziemlich grobkry-

stalliner, weißgelblicher Enkrinitenkalk, teils — und in dieser Kalkart findet man die am besten erhaltenen Fossilien — ein mehr dichter Kalk, von ganz lichter bis mehr dunkelgrauer Färbung. Die Fossilien sind zum größten Teil verkieselt und daher von dem löslichen Kalk oft überaus schön herausgewittert. Besonders die Crinoideenstiele, und auch die Korallen, kann man an der Oberfläche der Gesteinsstücke prachtvoll ausgewittert beobachten. Dieser verkieselte Zustand, in dem die Fossilien hier erhalten sind, hat es auch möglich gemacht, künstliche Ausätzung der Fossilien durch Säuren vorzunehmen. Die Mächtigkeit der typischen, reich fossilführenden, Schichten ist sehr gering und überschreitet nicht $1\frac{1}{2}$ m. Eine Sonderung in mehrere faunistisch und petrographisch bestimmte Niveaus in dieser Schichtenfolge war nicht möglich, der Charakter schien unten und oben derselbe zu sein.

Weiter nach oben kommen dann die grauen, petrographisch meistens sehr ähnlichen, von Fossilien nur selten unbestimmbaren Reste von Korallen und Crinoideen enthaltenden Schichten des gewöhnlichen Cyathophyllumkalkes, worin 130 m. höher Fusulinen nachgewiesen wurden. Am Gipfel des Berges stehen die gewöhnlichen *Productus*-führenden Kieselgesteine.

Im ganzen kann die Aufbewahrungsweise der Fossilien als keine sehr günstige bezeichnet werden. Der einzige Vorteil ist die erwähnte Silifizierung, im übrigen aber ist die Form im allgemeinen infolge Seitendrucks zerstört, oft sogar ganz zerbröckelt. Besonders ist dies bei den Brachiopodenschalen der Fall. Eine vollständig gut erhaltene Brachiopodenschale zu finden, ist fast überhaupt nicht möglich, und dieser Umstand hat natürlich die Bestimmung oft beträchtlich erschwert.

Die Fauna.

Coelenterata.

Anthozoa.

Tabulata.

Cladochonus M'Coy.

Cladochonus bacillaris M'Coy. Taf. I, Fig. 2. Textfig. 3.

- 1844 *Jania bacillaris* M'Coy. Synopsis of the carb. fossils of Ireland, p. 197, Taf. XXVI. Fig. 11.
 1883 *Cladochonus bacillaris* Thomson. Corals of carb. system of Scotland. Proc. Phil. Soc. of Glasgow. Vol. XIV, p. 324, Taf. III, Fig. 6.
 1895 *Cladochonus bacillaris* Stuckenberg. Korallen u. Bryozoen der Steinkohlenabl. des Ural u. des Timan. Mém. Com. Géol. Vol. X, Nr. 3, p. 9, Taf. I, Fig. 1, 2. (?)



Fig. 3. *Cladochonus bacillaris* M'Coy. Nat. Größe.

Diese Art ist in meinem Material überaus reichlich und in schönen Exemplaren vorhanden. Man kann sehr oft die verkieselten zierlichen Korallenstücke in einer Länge von 1 dm. auf den Schichtflächen schön ausgewittert beobachten, oder im Kalkstein liegen sehen.

Die Gattung *Cladochonus* steht bekanntlich *Aulopora* sehr nahe. Der Unterschied gegen *Aulopora* besteht ja außer in dem Fehlen von Böden eben in dem in meinem Material deutlich beobachteten freien Wachstum mit Anheftung nur am unteren Ende der Kolonie, während *Aulopora* in der ganzen Länge der Stöcke auf einer Unterlage aufgewachsen ist.

Eine eingehende Beschreibung dieser Art hat besonders THOMSON gegeben, und sie paßt in jeder Beziehung auf die mir vorliegende Form. Die einzige Art, mit der eine Verwechslung stattfinden könnte, ist *C. Michelini* EDW. et HAIME (Siehe z. B. KONINCK: Nouv. Recherches sur les anim. foss. etc., part I, p. 153, Taf. XV, Fig. 5), welche Form jedoch durch eine verhältnismäßig größere Feinheit der geraden Zweige, die den Verbindungskanal beherbergen, sowie durch mehr ausgebreitete, trompetenartige Gestaltung der einzelnen Polypenzellen gekennzeichnet ist. Die Abbildungen, die STUCKENBERG von den beiden Formen gegeben hat (von *C. Michelini* auf der erwähnten Tafel, Fig. 3, 4), scheinen mir etwas irreführend zu sein, da sie das umgekehrte Verhältnis zeigen.

Cladochonus bacillaris ist vom Unterkarbon in Großbritannien und im Ural her bekannt. Außerordentlich nahe steht ihm jedoch die Form, die von STUCKENBERG als *C. giganteus*¹ aus der Moskauer Stufe beschrieben ist.

Syringopora GOLDF.

Syringopora parallela FISCHER. Textfig. 4, 5.

- 1888 *Syringopora parallela* Stuckenberg. Anthozoen u. Bryozoen des oberen mittlerruss. Kohlenkalks. Mém. Com. Géol. Vol. V, Nr. 4, p. 5, Taf. I, Fig. 8, 9, 10. (Hier die ältere Synonymie.)
- 1895 *Syringopora parallela* Stuckenberg. Korallen u. Bryozoen d. Steinkohlenabl. des Ural u. des Timan, p. 13, Taf. I, Fig. 10—11.
- 1904 *Syringopora parallela* Stuckenberg. Anth. u. Bryoz. des unteren Kohlenkalks von Central-Rußland. Mém. Com. Géol. Nouv. Série Livr. 14, p. 7, Taf. I, Fig. 2.

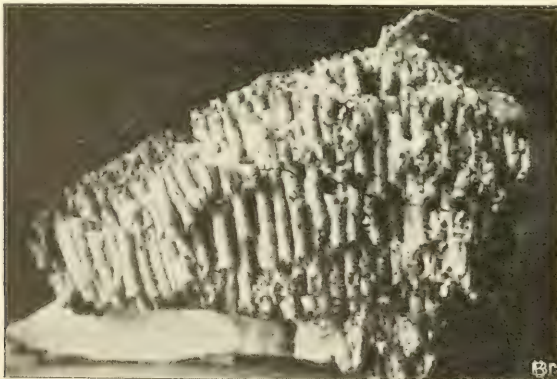


Fig. 4. *Syringopora parallela* FISCH. Oberer Teil eines Stockes. Von der Seite gesehen. Nat. Gr.

¹ Anthoz. u. Bryoz. d. ob. mittlerruss. Kohlenkalks. Mém. Com. Géol. Vol. V, Nr. 4, pag. 3, Taf. I, Fig. 1—2.

Diese in sowohl Unter-, Mittel- wie Oberkarbon aus Rußland sehr häufig auftretende Art kommt auch in großen Mengen in unseren Kalkschichten vor. Zusammen mit *Cladochonus bacillaris* McCoy ist sie wohl

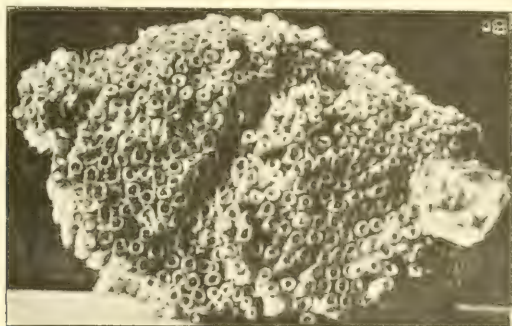


Fig. 5. *Syringopora parallela* Fisch. Von oben gesehen.

die gewöhnlichste Art. Sie findet sich in großen schönen Kolonien, bei denen man oft im Basalteil das mehr horizontal ausgebreitete *Aulopora*-ähnliche Netzwerk beobachten kann, während die Röhren sich aufwärts in einer ausgeprägten Parallelität sammeln.

Michelinia DE KON.

Michelinia tenuisepta PHILLIPS. Taf. I, Fig. 1.

- 1836 *Calamopora tenuisepta* Phillips. Geol. York., part II, p. 201, Taf. II, Fig. 30.
 1894 *Michelinia tenuisepta* Stuckenberg. Kor. u. Bryoz. Mém. Com. Géol. Vol. X, Nr. 3, p. 116. (Hier Synonymie.)¹
 1904 *Michelinia tenuisepta* Stuckenberg. Anth. u. Bryoz. Mém. Com. Géol. Nouv. Série, Livr. 14, p. 12.

Ich habe durch Herausätzen mittelst Salzsäure mehrere schöne Exemplare dieser in den Kohlenkalken Großbritanniens und Belgiens gewöhnlichen Form erhalten. Ein Korallenstock scheint stets aus zwei im untersten schmalen Teil zusammenhängenden Zweigen zu bestehen, von denen jeder eine schief- und zusammengedrückte konische Form hat. Die Röhrenzellen sind von sehr verschiedener Größe, bis 5—6 mm. im Durchmesser. Die Form ist ebenfalls sehr unregelmäßig, meistens rundlich fünfeckig bei den größeren vollentwickelten Exemplaren. Die Wände sind von einer großen Anzahl ganz kleiner Löcher durchbrochen. Die Böden sind meistens auf-

¹ Nachdem vorliegende Abhandlung der Druckerei übergeben war, ist im Quart. Journal Geol. Society, Vol. LXVII, Aug. 1911 eine Arbeit von Reynolds & Vaughan („The Avonian of Burrington Combe“) erschienen, nach der (p. 372) eine sowohl von Koninek wie Edwards & Haime als *M. tenuisepta* aufgeführte Form unter eine neue Form *M. Konineki* Vaughan einzustellen ist.

gelöst; wo sie zu beobachten sind, sieht man, daß sie von sehr unregelmäßiger Form, dünn und zahlreich sind. Auf der Außenfläche, die mit den typischen dicht stehenden Runzeln versehen ist, kann man eine deutliche Sonderung in den den Röhrenzellen entsprechenden erhabenen Partien wahrnehmen, wodurch die Oberfläche ein welliges Aussehen erhält.

Von *Michelinia tenuisepta* ist wohl die von WAAGEN und WENTZEL in Prod. Limestone Fossils, 6. Coelenterata, Pag. 850, aufgestellte Art, *Michelinia Abichi*, die aus dem oberen Teil des Productus-Kalks stammt, kaum zu trennen. Die indische Form ist wesentlich durch geringere Größe der Röhrenzellen gekennzeichnet; diesem Charakter kann jedoch keine große systematische Bedeutung beigemessen werden, in meinen Exemplaren sind viele Zellen auch ganz klein, nur 2—3 mm. im Querschnitt an der Ausmündung.

Chaetetes FISCH.

Chaetetes radians FISCHER. Taf. I, Fig. 9.

- 1837 *Chaetetes radians* Fischer. Oryct. Moscou. p. 160, Taf. 36, Fig. 3.
 1888 *Chaetetes radians* Stuckenberg. Anth. u. Bryoz. d. oberen mittlerruss. Kohlenkalks. Mém. Com. Géol. Vol. V, Nr. 4, p. 41. (Hier Synonymie.)
 1895 *Chaetetes radians* Stuckenberg. Kor. u. Bryoz. d. Steinkohlenabl. des Ural u. des Timan. Mém. Com. Géol., Vol. X, Nr. 3, p. 128.

Die äußere Form der Stöcke habe ich nicht beobachten können, dagegen ganz silifizizierte Bruchstücke davon, die die typischen unregelmäßig polygonalen Röhrenzellen, meistens ganz ohne Leisten oder Zähne, zeigten.

An der Westküste der Brögger-Halbinsel, gerade auf dem Konglomerat aufliegend, bildet *Chaetetes radians* einen wesentlichen Bestandteil des in der Einleitung erwähnten Korallenkalkes. Hier liegen schöne fußgroße, unregelmäßig ovale oder eiförmige Stöcke dieser Art zu Hunderten. Ihr innerer Bau ist ja im wesentlichen übereinstimmend, doch sind hier oft in den Zellen deutliche zahnförmige Fortsätze zu sehen.

Echinodermata.

Crinoidea.

Reste von Seelilien treten in sehr großer Menge auf, und ihre Stielglieder sind bei weitem die häufigsten Fossilien. Die Schichten sind zwar oft als Enkrinitenkalk ausgebildet; aber leider ist auch fast gar nichts als eben diese Stielglieder zu finden, die ja für systematische und dadurch stratigraphische Zwecke von nur geringer Bedeutung sind.

Von Kelchteilen finden sich in meinem Material nur ganz wenige und bloß fragmentarische Stücke, die aber deutlich einer bestimmten Form angehören.

Platycrinus MILL.

Platycrinus Spitzbergensis n. sp. Taf. I, Fig. 3, 4, 5, 6.

Von Basisstücken liegen nur zwei Fragmente vor. Sie zeigen eine verhältnismäßig flache Form und Andeutung des fünfeckigen Umrisses. Die Radialien sind auch nur in unvollständigem Zustand vorhanden und ihre genaue Form nicht mehr zu erkennen. Ein Stück, bei dem die obere Begrenzung erhalten ist, zeigt einen großen Ausschnitt für den Armansatz. Was für die neue Form charakteristisch ist und sie von anderen mir bekannten unterscheidet, ist ihre Skulptur. Sowohl die Basal- wie die Radialtäfelchen sind mit einer sehr großen Anzahl von ganz dünnen, spitzen und meistens ganz hohen (0,5 mm. und mehr) Tuberkeln besetzt. Diese Tuberkeln sind zum Teil in Reihen geordnet, zum Teil auch ganz regellos zerstreut. Auf der Basis kann man auf jeder Seite der kleinen erhabenen Leisten, die die Begrenzungslinien der 5 Tafelchen andeuten, je eine deutliche, also radial angeordnete, Reihe von besonders stark und regelmäßig entwickelten Tuberkeln beobachten. Sonst treten in mehreren Richtungen, wie auf den Figuren zu sehen ist, reihenförmige Anordnungen hervor.

Wenn man von der großen Anzahl und der Kleinheit der Tuberkeln absieht, zeigt die Form Ähnlichkeit mit mehreren anderen skulptierten *Platycrinus*-Formen der Karbonformation, z. B. *Platycrinus granulatus* MILLER (Siehe PHILLIPS: Geol. of Yorkshire, p. 204, Taf. III, Fig. 16), *P. granosus* KON. (Recherches sur les Crinoides etc. p. 183, Taf. VI, Fig. 6), *P. hemisphaericus* MEEK & W. (C. Survey of Illinois, Vol. III, p. 511, Taf. XX, Fig. 2). Während alle diese gröbere Tuberkulierung haben, zeigt *P. Safforai* HALL & WHITNEY (Palaeontology of Iowa, Rep. on the geol. Surv. of Iowa Vol. I, Part II, p. 634, Taf. XVIII, Fig. 5, 6) größere Ähnlichkeit in dieser Hinsicht. Die Basis weist aber eine viel tiefer gewölbte Form auf.

Von den verschiedenen Typen von Stielgliedern, die sich mit den erwähnten Kelchplatten zusammen finden, kann man die auf Taf. I, Fig. 5—6 abgebildeten als der *Platycrinus*-Form zugehörig ansehen. Sie zeigen die für *Platycrinus*-Arten gewöhnliche, ziemlich niedrige Form, teils mit stark elliptischem Umriss, teils mehr rundlichem, aber stets mit elliptischen Gelenkflächen, von denen die obere und untere eine Drehung gegeneinander von ungefähr 80° zeigen. Sie sind fast immer mehr oder weniger

mit randständigen, dornenförmigen Stacheln besetzt. Der Centralkanal ist rundlich und überaus fein.

Dieser ganz eigentümlichen Form der Glieder kann jedoch keine systematische Bedeutung zugeschrieben werden; genau dieselbe Form ist bei einem *Platycrinus* mit glatten Kelchtäfelchen, *P. Schmidtii*, von STUCKENBERG beschrieben worden (Geol. Reise im Petschoraland etc., Materialien z. Geol. Rußl. VI, p. 98, Taf. III, Fig. 2, russisch).

Von Stielgliedern, die wahrscheinlich anderen Formen zugehören, sind einige abgebildet (Taf. I, Fig. 7, 8).

Meistens ist es unmöglich, etwas Bestimmtes auch über den Gattungsnamen zu sagen. Sie erinnert am ehesten wohl an *Poteriocrinus*- und *Forbesiocrinus*-Formen.

Bryozoa.

Fenestella LONSDALE.

Fenestella elegantissima EICHWALD. Taf. I, Fig. 15.

Synonomie siehe:

1895 *Fenestella elegantissima* Stuckenberg. „Korallen u. Bryozoen d. Steinkohlenabl. des Ural u. des Timan“, pag. 139.

Von dieser Art liegen mir mehrere Stücke vor, die eine unregelmäßig blattförmige oder eine mehr trichterförmige Gestalt des Netzwerkes zeigen. Die radiierenden Aestchen sind schwach dichotomierend und viel dicker als die Querstäbchen. Die Maschen sind oval-viereckig und so groß, daß auf 1 cm. der Länge nach ungefähr 18—20, der Quere nach ungefähr 25 kommen. Ihre Form stimmt ganz genau mit der von EICHWALD in *Lethaea Rossica*, Taf. XXIII, Fig. 4 a—b abgebildeten überein, während STUCKENBERG (Anthoz. u. Bryoz. des ob. mittlerruss. Kohlenkalks, Taf. III, Fig. 54) sie etwas schärfer viereckig gezeichnet hat, als ich sie bei den russischen Exemplaren beobachtet habe.

Der Erhaltungszustand erlaubt nie, die Poren zu beobachten. In einem Exemplare kann man die auf der porenlosen Seite gewöhnlich vorkommenden feinen Längsstreifen auf den Aestchen wahrnehmen.

Fenestella sp. Taf. I, Fig. 14.

Das einzige Stück, das mir vorliegt, enthält ein Fragment, Länge ungefähr 2 cm., Breite $1\frac{1}{2}$ cm., von einem ungewöhnlich feinen *Fenestella*-Netzwerk von bei vollständiger Erhaltung wahrscheinlich unregelmäßig trichterförmiger Gestalt. Wenn man von der Größe absieht, scheint das Netzwerk sonst sehr genau der voriger Art zu ähneln. Auch dieselben

feinen längsgehenden Leisten kann man auf den Aestchen, auf ihrer äußeren, d. h. dem konvexen Teil des Trichters entsprechenden, Seite beobachten. Die Maschen sind, wie erwähnt, überaus klein, es gehen in der Längsrichtung auf 1 cm. ungefähr 25, in der Querrichtung 35. Ich habe diese Form als unbestimmt stehen lassen, da ich sie mit einer bekannten nicht habe identifizieren können, und das Material zu gering ist, um etwas Neues daraus abzuleiten.

Eine Form, die dieselbe ungemein geringe Größe der Maschen zeigt, ist die von TOULA von den Barents Inseln beschriebene (Eine Kohlenkalk-Fauna von den Barents Inseln. Sitzungsber. d. K. Ak. d. Wiss. Wien 1875, p. 45, Taf. IV, Fig. 9 a—b) und abgebildete Form, die er als eine Varietät unter *Fenestella* cf. *Shumardi* PROUT aufführt, für die er jedoch einen eignen Namen *F. minima* in Vorschlag bringt. Ein deutlicher Unterschied findet sich indessen, insofern als die Maschen sowie die schwach dichotomierenden Aestchen bei der TOULAS-Form verhältnismäßig viel breiter als bei der meinigen sind; es kommen hier mehrere Maschen der Länge nach als in der Quere vor. Es werden 15 und 13 angegeben.

Pinnatopora VINE.

Pinnatopora tenuis EICHWALD. Taf. I, Fig. 13.

1850 *Acanthocladia tenuis* Eichwald. Lethaea Rossica, p. 386, Taf. XXIV, Fig. 1 a—b.

Von dieser zierlichen Form findet sich nur ein einziges Exemplar, das aus zwei mit kurzen, einfachen, einander parallelen Nebenästchen besetzten bzw. 3 und 2 cm. langen Zweigen besteht. In der allgemeinen Form weicht sie von den meisten der zahlreichen, besonders aus Amerika beschriebenen *Pinnatopora*-(*Glauconome*-)Arten durch ihre weniger massive Form ab. Sie ist kleiner, die Aestchen, besonders die einfachen, von letzter Ordnung, viel feiner und länger im Verhältnis zur Breite. Diese Kennzeichen trennt sie sehr scharf von der von STUCKENBERG aus der russischen Moskauer Zone aufgeführten *P. pulcherrima* M'COY. Der Form nach näher, aber von viel bedeutenderer Größe, sind *P. grandis* M'COY¹ (Siehe Synopsis p. 199, Taf. XXVIII, Fig. 3) und die amerikanische *P. trilincata*, MEEK. Eine ähnliche zierliche Gestalt, sonst jedoch abweichenden Charakter zeigt die von ULRICH (Pal. bryozoa. Geol. Surv. Illinois. Vol. VIII, p. 619, Taf. LXVI, Fig. 7) auf nur ungenügendes Material hin aufgestellte Form *P. tenuiramosa*.

¹ Stuckenberg hat in zwei seiner Monographien (1888 u. 1895) die Eichwaldsche Form in die Synonymie für *P. grandis* M'COY eingestellt, was — nach den Figuren Eichwalds zu schließen — entschieden unrichtig ist.

Das mir vorliegende Exemplar zeigt, wie gewöhnlich für die Bryozoen, keine gute Erhaltung der Oberfläche. Durch ein wenig Ätzen mit Säure ist es jedoch gelungen, die einzelnen Zellen ganz gut auf Teilen der Aeste beobachten zu können. Sie sind sehr klein und zahlreich. Im allgemeinen kann man wohl in jedem Nebenästchen zwei Reihen mit in jeder ungefähr 10 rechnen, in dem Hauptast in den Zwischenräumen auf jeder Seite 4. Auf dem Hauptast sind auch hie und da die kleinen erhabenen Zellenmündungen beobachtet worden. Wo das Ätzen tiefer eingedrungen ist, kann man auch sehr schön die längsgehenden, verhältnismäßig groben, Streifen auf der Rückseite sehen.

Diese Form kann wohl mit der erwähnten EICHWALDSchen als identisch angesehen werden. Beide stimmen in Größe, in Form und, soweit sich dies beurteilen läßt, auch in den Charakteren der Poren und Streifen fast vollkommen überein. Vielleicht sind, falls die Zeichnung *b* in der EICHWALDSchen Figur ganz korrekt ist, die Hauptäste bei meiner Form noch etwas feiner als bei der russischen.

P. tenuis ist von EICHWALD aus den dunklen Schiefern des Anthracitgebiets am Don angeführt.

Ascopora TRAUTSCH.

Ascopora nodosa FISCHER. Taf. I, Fig. 10.

1837 *Ceripora nodosa* Fischer. Oryct. Moscou, pag. 166, Taf. 30, Fig. 9—10.

1860 *Myriolithes nodosus* Eichwald. Lethae Rossica, pag. 451.

1876 *Ascopora rhombifera* Trautschold. Kalkbrüche von Miatschkowa, p. 94, Taf. XI, Fig. 4, 5, 6.

1888 *Ascopora nodosa* Stuckenberg. Anthoz. u. Bryoz. d. ob. mittlerruss. Kohlenkalks. Mém. Com. Géol., Vol. V, Nr. 4, p. 39, Taf. IV, Fig. 26—29, 44.

Auch diese eigentümliche, systematisch unsichere, russische Art ist in meinem Material vorhanden. Es finden sich mehrere, zum Teil verzweigte, astförmige Kolonien, deren Durchmesser maximal $1\frac{1}{2}$ mm. beträgt. Auch ganz dünne cylindrische Aeste, von nur $\frac{2}{3}$ mm. im Querschnitt, haben sich im Dünnschliff als zu derselben Art gehörend ergeben. Der innere Bau, wie er aus der Mikrophotographie Taf. I, Fig. 10 zu sehen ist, stimmt genau mit STUCKENBERGS Fig. 28 überein.

Aus den Oberkarbonschichten bei Samara hat STUCKENBERG¹ eine neue *Ascopora*-Form, *A. Trautscholdi*, beschrieben, deren Stellung als selbständige Art sehr zweifelhaft erscheint; das einzige Merkmal, das sie von *A. nodosa* unterscheidet, sind die etwas kleineren Dimensionen der Zellen.

¹ Die Fauna der oberkarbonen Suite des Wolgadurchbruches bei Samara. Mém. Com. Géol. Nouv. Série. Livr. 23, 1905, p. 12 (113), Taf. I, Fig. 4 a—b.

Coscinium KEYSERLING.*Coscinium sellaeforme* TRAUTSCHOLD. Taf. I, Fig. 11, 12.

1879 *Coscinium sellaeforme* Trautschold. Kalkbrüche von Miatschkowa, p. 102, Taf. XII, Fig. 2 a—c.

1888 *Coscinium sellaeforme* Stuckenbergr. Anthoz. u. Bryoz. des ob. mittelluss. Kohlenkalks. Mém. Com. Géol., Vol. V, Nr. 4, pag. 37, Taf. IV, Fig. 18—22.

Diese eigentümliche Bryozo bildet bis 1 dm. lange, 2 cm. breite blattförmige Lappen von unregelmäßiger Gestalt. Der Querschnitt dieser Lappen ist dünn elliptisch mit scharfen Kanten. Die Dicke beträgt maximal 3 mm.

Den inneren Bau habe ich durch Dünnschliffe studieren können. Auf den beiden Seiten eines ganz dünnen Medianblattes kommt eine Schicht mit ziemlich groben röhrenförmigen Zellen; auf diese kommt nach außen eine feste Kalkmasse — diese jedoch eine Andeutung von lamellarer Struktur zeigend —, worin die bis an die Oberfläche reichenden röhrenförmigen Zellen verteilt sind. Die inneren groben Zellen müssen wohl als ein Kommunikations-Gewebe angesehen werden. Die unregelmäßig angeordnete Mündung der Röhrenzellen zeigt einen rundlichen, etwas unregelmäßigen Umriss. Ihre Querschnitte sind etwas kürzer als der Abstand zwischen den Zellen.

Diese typische Bryozo, die bisher nur aus der Moskauer Stufe bekannt ist, weicht in ihren Charakteren deutlich von jeder anderen Art ab. Was die innere Struktur betrifft, steht sie *Coscinium stenops* KEYSERLING am nächsten. Äußerlich finden sich große Unterschiede. Die Kolonien dieser Art zeigen ungefähr denselben Querschnitt, aber sie sind lang und dünn, und teilen sich oft dichotom. Die Zellenöffnungen sind länglich oval und in Reihen angeordnet.

*Brachiopoda.**Terebratulidae* GRAY.*Dielasma* KING.*Dielasma sacculus* MARTIN. Taf. V, Fig. 11.

Synonomie siehe:

1887 *Dielasma sacculus* (Martin) de Koninck. Faune du calcaire carbonifère de la Belgique, pag. 27.

Es liegen mir von Dielasma mehrere vor, aber keine davon ist gut erhalten, entweder sind sie unvollständig oder stark verdrückt. Das Exemplar, das ich mit *D. sacculus* MART. identifiziere, ist auch nicht vollständig erhalten und etwas von der Seite zusammengedrückt, was die Ursache dazu, daß der Sinus, der über der halben Länge der Ventralschale zu sehen, etwas zu scharf geworden ist.

Dielasma sp. Taf. V, Fig. 12.

Ein Exemplar von ausgeprägt breit ovalem Umriss ähnelt nicht wenig den kleinen Typen von *D. lenticularis* KONINCK, aber eine Bestimmung ist infolge des schlechten Materials nicht möglich.

Dielasma sp. Taf. V, Fig. 13.

Ein drittes stark deformiertes Exemplar mit stark ausgezogener Schnabelpartie ist auf Taf. V, Fig. 13 abgebildet.

Retziidae HALL & CLARKE.*Eumetria* HALL.*Eumetria vera* HALL? Taf. IV, Fig. 7.

Synonymie siehe:

- 1903 *Eumetria Marcyi* (Shum.) Girty. Carb. Form. and Faunas of Colorado. U. S. G. S. Prof. Paper-Nr. 16, p. 304. *Eumetria vera* ist hier als mit dieser und auch anderen nahestehenden Formen (wie *E. Verneuiliana* Hall) wahrscheinlich identisch angeführt.

Da mir nur eine unvollständige Ventralklappe zur Verfügung steht, wage ich nicht über diese Form etwas Bestimmtes zu sagen. Außer daß sie mit den verschiedenen amerikanischen Formen ganz nahe verwandt zu sein scheint, ist sie wohl auch kaum von der europäischen Art, *Retzia (E.) serpentina* KON. zu trennen. Nach KONINCK (Faune du Calc. Carb. 1887, p. 97) ist der einzige Unterschied zwischen dieser letzteren Form und *E. vera* der, daß *Retzia serpentina* zahlreichere Radialrippen hat, und daß diese Rippen eine Neigung zu Dichotomierung zeigen, was bei der amerikanischen Form nicht beobachtet worden ist.

Retzia serpentina? ist von J. G. ANDERSSON¹ aus der Zone mit *Athyris ambigua* Sow. von der Bären-Insel afgeführt.

Pentameridae M'COY.*Camarophoria* KING.*Camarophoria Purdoni* DAVIDSON. Taf. II, Fig. 7.

- 1862 *Camarophoria Purdoni* Davidson. On some carb. brachiop. coll. in India. Quart. Journ. Vol. XVIII, p. 30, Taf. 2, Fig. 4.
 1863 *Camarophoria Purdoni* de Koninck. Foss. paléoz. de l'Inde. p. 36, Taf. XII, Fig. 4.
 1883 *Camarophoria Purdoni* Waagen. Salt Range Foss. Ser. XIII, Palaeont. Indica I, Prod. Limestone Foss. p. 437, Taf. XXXII, Fig. 1—7.
 1897 *Camarophoria Purdoni* Diener. The perm. carb. Fauna of Chiticun, Nr. 1. Pal. Ind. Ser. XV, Himalayan Foss. Vol. I, Part 3, p. 71, Taf. XII, Fig. 1, 6, 8, 9.

¹ „Stratigraphie und Tektonik der Bären-Insel“. Bull. Geol. Institution of Upsala, Vol. IV, pag. 235.

- 1899 *Camarophoria* cf. *Purdoni* Diener. Anthracolitic Foss. of Kashmir and Spiti, Himäl. Foss. Vol. I, Part 2, p. 79, Taf. VII, Fig. 4.
 1903 *Camarophoria Purdoni* Diener. Permian Foss. of the Central Him., Himäl. Foss. Vol. I, Part 5, p. 93.

Es liegt mir nur ein einziges Exemplar vor und auch das ist etwas verdrückt; es gestattet jedoch seine Identifizierung mit dieser jüngeren indischen Form. Charakteristisch ist der sehr wenig vertiefte Sinus und die nicht scharfen, gleichmäßig stark entwickelten, Rippen, die sehr weit nach hinten gehen und nur den äußersten Teil des Wirbels frei lassen. Besonders der flache Sinus trennt die Form von sonst nahestehenden, so z. B. von der russischen *C. mutabilis* TSCHERN. (Obercarb. Brachiop. p. 81) die früher von NIKITIN (Mém. Com. V, Nr. 5, p. 71) als *C. Purdoni* DAV. aufgeführt wurde. Auch die *C. Humbletonensis* HOWSE zeigt eine große Ähnlichkeit, doch ist auch diese Form, wie Waagen näher ausgeführt hat, mit ihrem tieferen Sinus, zahlreicheren und schärferen Rippen sowie durch abweichende innere Merkmale verschieden. Soweit es zu sehen ist, scheint der Sinus bei der Spitzbergen Form noch flacher als bei den meisten indischen zu sein, und die Rippen schwächer. Sehr gut stimmt das Exemplar mit der von Diener als *C. cf. Purdoni* (l. c.) abgebildeten Form überein. Hier sind die Rippen noch schwächer, was in diesem Fall nur einem mangelhaften Erhaltungszustand zuzuschreiben ist.

Durch Abbrechen eines Teiles der Schale habe ich das Spondylium freigelegt, und dies zeigt auch eine ganz gute Uebereinstimmung mit dem von WAAGEN, l. c. Fig. 5 a—b, abgebildeten. Die Breite gegen vorn ist jedoch bei dem indischen Exemplar etwas größer.

Mit vollständigerem Material würden auch vielleicht mehrere solche kleinere Abweichungen zu finden sein, im ganzen erscheint indessen die Uebereinstimmung so groß, daß ich eine Identifizierung wage.

Camarophoria pentameroides TSCHERNYSCHEW. Taf. II, Fig. 5, 6.

- 1902 *Camarophoria pentameroides* Tschernyschew. Die obercarb. Brachiopoden des Ural u. des Timan. Nr. 2, p. 100 (russisch), p. 510 (deutsch), Taf. XXII, Fig. 1, Taf. XXIII, Fig. 1—3.

Diese eigentümlichen, sonst nur aus dem Schwagerina-Kalk des Ural bekannten *Camarophoria* gehören zu den häufiger vorkommenden Brachiopoden in unseren Kalkschichten. Doch habe ich kein einziges vollkommen normal erhaltenes Exemplar gefunden. Sie sind alle stark verdrückt, und die Schale besonders im vorderen Teil, wo sie die geringste Dicke hat, oft sehr stark zerbrochen. Doch kann man im wesentlichen die ursprüngliche Form sehr gut erkennen, woraus die Uebereinstimmung mit der erwähnten Form ganz unzweifelhaft hervorgeht. Durch ihre außerordent-

liche Größe — die Spitzbergen-Exemplare stehen in dieser Hinsicht hinter den russischen etwas zurück — durch den stark aufgeblähten Charakter besonders im Wirbelteil, ferner die Radialrippen ermangelnde, dagegen mit deutlichen konzentrischen Anwachsstreifen versehene Schale ist es eine überaus gut charakterisierte Form. Wie TSCHERNYSCHEW durch den Namen angedeutet hat, kann der Habitus als auffallend *Pentamerus*-ähnlich bezeichnet werden. Auch die inneren Merkmale habe ich entdecken und dadurch die genaue Uebereinstimmung auch des inneren Baues mit demjenigen der russischen Form feststellen können.

Spiriferidae KING.

Spiriferina D'ORB.

Spiriferina insculpta PHILLIPS. Taf. V, Fig. 9, 10.

Synonomie siehe:

1887 *Spiriferina insculpta* (Phill.) de Koninck. Faune du Calcaire Carb. de la Belgique, pag. 99.

Ein Fragment einer Ventralklappe und eine etwas vollständigere Dorsalklappe, beide Stücke ganz aus dem Kalkstein herausgeätzt, liegen mir vor. Infolge Zerstörung der äußersten Schalenschicht ist die bezeichnende punktierte Oberfläche-Skulptur nicht zu sehen, dagegen tritt deutlich die für *S. insculpta* (und *S. ornata* WAAGEN) charakteristische Verzierung mit scharf abgesetzten Wachstumslinien hervor. Sonst stimmt die allgemeine Form auch eben so gut, wenn nicht besser sogar, mit derjenigen von den kleineren, mit wenigen Falten versehenen Typen von *S. cristata* SCHLOTH überein. Diese Form kann ja auch deutliche linienförmige Anwachsstreifen, besonders im vorderen Teile, zeigen. Es finden sich im ganzen zwischen den zwei Formen in ihrer variierenden Entwicklung gewiß sehr wenige hervortretende Unterscheidungsmerkmale.

Eine andere Form, die sich auch sehr schwer von der in den meisten Unterkarbon-Gebieten auftretenden *S. insculpta* trennen läßt, ist die gewöhnlich aus dem russischen Oberkarbon angeführte *S. ornata* WAAGEN. Diese Form zeigt jedoch einen etwas anderen Umriss, indem der Schloßrand etwas kürzer als die größte Breite der Schale ist und daher nicht ausgeprägt halbkreisförmig wird. Der Sinus ist auch noch tiefer und größer.

Von amerikanischen Formen steht die *S. cristata* ähnliche *S. Kentuckyensis* SHUM. (Lit. siehe GIRTY. Carb. Form. a. Faunas of Colorado, pag. 400) sehr nahe. Diese Form zeigt auch Anwachsstreifen, doch sind ihre Flügel mehr zugespitzt.

Von den inneren Merkmalen kann man u. a. einen Rest von dem für die Gattung charakteristischem Medianseptum der Ventralschale beobachten.

Spiriferina Holzapfeli TSCHERNYSCHEW. Taf. V, Fig. 8.

1902 *Spiriferina Holzapfeli* Tschernyschew. Die obercarb. Brach., pag. 114, (515), Taf. XXXVII, Fig. 12—14.

Eine ganz kleine, unvollständige Ventralschale läßt sich unter diese Form einordnen. Durch ihre sehr stark gestreckten, gewölbten Wirbel, ihren scharf abgesetzten Sinus, die genau die von TSCHERNYSCHEW beschriebenen Merkmale zeigen — gegen vorn an Breite rasch, an Tiefe langsam zunehmend, und mit fast flachem Boden —, ist sie durch die wenigen Falten auf den stark abfallenden Seitenteilen u. s. w. von anderen nahestehenden Formen verschieden.

Spirifer SOWERBY.*Spirifer fasciger* KEYSERLING. Taf. II, Fig. 9.

Synonomie siehe:

1902 *Spirifer fasciger* Tschernyschew. Die obercarb. Brach., p. 141 (532), Taf. XXXVIII, Fig. 3—4, Taf. XLIX, Fig. 1.

Von dieser besonders in den ober- bis permokarbonen Ablagerungen von Indien, Rußland und den Alpen gewöhnlich vorkommenden Form liegt mir ein Exemplar vor, bei dem, was sonst sehr selten in meiner Kollektion zu sehen ist, die beiden Schalen sich zusammen vorfinden, nur mit geringer Verdrückung und Verschiebung. Sie zeigen die typische bündelförmige Anordnung der feinen Radialrippen, besonders deutlich die Ventralschale. Von einer Dachziegelskulptur ist, zum Teil gewiß infolge der schlechten Erhaltung, nicht viel zu sehen. Doch ist eine solche Skulptur, wenn auch schwach, auf der Ventralschale angedeutet. Die mäßig hohe Area zeigt eine deutliche Horizontalstreifung wie sie auf SCHELLWIENS Abbildung (Trogkofelschichten, Taf. 10, Fig. 2b) eines Exemplars aus der Teufelschlucht bei Neumarkt sehr deutlich hervortritt.

TRAUTSCHOLDS Form *Spirifer tegulatus* aus den *Mosquensis*-Schichten von Miatschkowa ist wohl jetzt als mit *S. fasciger* synonym anzusehen. Wie TSCHERNYSCHEW schon 1889¹ hervorhebt, ist die schöne Dachziegelskulptur, die bei *S. tegulatus* (sowie bei der indischen Form *S. musakheylensis* DAV.) so deutlich ausgebildet ist, kein Merkmal von systematischer Bedeutung, da sie von dem Erhaltungszustande vollständig abhängig ist. Derselben Meinung schließt sich SCHELLWIEN in »Trogkofelschichten«, pag. 71 an. Hiernach kann also auch *Spirifer fasciger* als für die Spitzbergen-Schichten und die russische *Mosquensis*-Zone gemeinsam angesehen werden.

¹ Allgemeine geol. Karte von Rußland. Blatt 139. Mém. Com. Géol., Vol. III, Nr. 4, pag 367.

Spirifer mosquensis FISCHER DE WALDHEIM. Taf. IV, Fig. 1, 2, Textfig. 6.

- 1809 *Terebratula dorsata* Fischer de Waldheim. Notice des foss. du Gouv. de Moscou, p. 26, Taf. I, Fig. 7, Taf. III, Fig. 3.
 1825 *Choristites mosquensis* Fischer. Programme sur la choristite, p. 8, Taf. I, Fig. 1, 2, 3, 4.
 1837 *Choristites mosquensis* Fischer. Oryctographie du Gouv. de Moscou, pag. 140, Taf. XXIV, Fig. 1—4.
 Choristites Sowerbyi Fischer, l. c. Fig. 5, 6, 7.
 Choristites Kleinii Fischer, l. c. Fig. 8, 9.
 1840 *Spirifer priscus* Eichwald. Urwelt Rußlands, Heft 1, p. 97, Taf. IV, Fig. 12.
 1845 *Spirifer mosquensis* Murch., Vern., Keys. Géologie de la Russie, II. Paléontologie, p. 161, Taf. V, Fig. 2.
 1857 *Spirifer mosquensis* Davidson (pars.). Monogr. of British carb. Brachiop., p. 22, Textfig. (nicht die Figur der Tafel IV).
 1860 *Spirifer mosquensis* Eichwald. Lethaea Rossica, p. 723.
 1876 *Spirifer mosquensis* Trautschold. Die Kalkbrüche bei Miatschkowa, p. 75, Taf. VIII, Fig. 2, Taf. IX, X, 1, 2.
 1883 *Spirifer mosquensis* Koninck. Note sur le Spir. mosq. Extrait du Bull. du Musée Royal d'Hist. Nat. de Belgique, Tome II, p. 9 (379), Taf. XIV, Fig. 1—11.
 1894? *Spirifer* aff. *mosquensis* Schellwien. Ueber eine angebl. Kohlenkalk-Fauna aus der ägypt.-arab. Wüste. Z. d. d. geol. Ges. B. 46, Seite 75, Taf. V.
 1898 *Spirifer mosquensis* Lóczy. Beschreib. d. foss. Säugethier- und Mollusken-Reste u. s. w. (Resultate der Reise des Grafen Széchenyi in Ostasien), pag. 87, Taf. II, Fig. 19.

Diese Form, die in stratigraphischer Hinsicht, für die Altersbestimmung der Zone von ausschlaggebender Bedeutung ist, findet sich in Menge, leider aber meistens nur durch etwas unvollständige Schalenstücke vertreten. Die Schalenfragmente sind meistens verkieselt und können sehr schön aus der Kalkmasse herausgeätzt werden. Hierdurch ist es auch möglich gewesen, die inneren Merkmale der Schale sehr gut zu beobachten, was für alle Formen der Gruppe *Sp. mosquensis* nötig ist, um eine sichere Bestimmung vornehmen zu können.

Eine ausführliche Beschreibung braucht hier nicht gegeben zu werden, da ja die Form von mehreren Forschern, besonders von FISCHER, TRAUTSCHOLD und KONINCK, eingehend beschrieben und in einer großen Zahl von Figuren abgebildet ist.

Wie aus diesen Abbildungen hervorgeht, unterliegt die äußere Form sehr starken Schwankungen. Gerade dies Variationsvermögen hat ja auch den erstgenannten Autor, FISCHER, dazu veranlaßt, mehrere getrennte Arten aufzustellen. Die typische ist nach ihm die länglich ovale Form, Länge bedeutend größer als Breite, während eine breite rundliche als CH. SOWERBYI beschrieben, und endlich ein dritter Name für eine Abart von mehr halbkreisförmigem Umriss in Anwendung gebracht wurde. Alle meine Exemplare gehören ausgesprochen dem letzterwähnten Typus an, sind meistens

noch breiter, mehr halmondförmig, mit dem Seitenrand nach vorn, also gegen die Schloßlinie hin, stark nach außen gerichtet, mit dem Schloßrand deshalb einen scharfen Winkel bildend. Sonst sind die Wölbung, Berippung u. s. w. wie bei den russischen Exemplaren. Große Schwankungen zeigt die Höhe der Area, die Stärke ihrer ausgeprägten vertikalen Streifen, sowie die Form und Richtung der gewaltigen Zahnstützen der Ventralschale. Die Schalendicke ist überaus groß, besonders im hinteren Teil; ganz interessant ist es zu beobachten, daß sie bei kleinen Exemplaren ungefähr eben so dick ist wie bei ganz ausgewachsenen; besonders die Zahnstützen sind bei den kleinen unverhältnismäßig massiv, so daß für Armspiralen und Weichteile sehr wenig Platz übrig bleibt. (Siehe Fig. 6.)

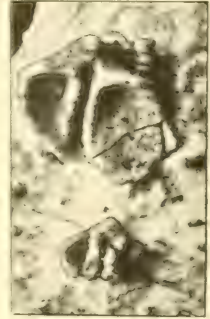


Fig. 6. Kleine Exemplare von *Spirifer mosquensis* FISCH. mit herausgeätzten Zahnplatten. Nat. Größe.

Die der *Spirifer mosquensis* am nächsten stehenden Formen, mit denen sie auch oft verwechselt worden, sind der *Spirifer supramosquensis* NIKITIN und der diesem überaus nahestehende *S. Fritschii* SCHELLWIEN (über die Unterschiede, die zwischen diesen beiden Formen bestehen, siehe SCHELLWIEN: Fauna der Trogkofelschichten, p. 71—72) und auch *S. Nikitini* TSCHERN. Das konstante und wohl einzige sichere Unterscheidungsmerkmal ist die verhältnismäßig schwächere Entwicklung der Zahnplatten bei den erwähnten drei Formen, bei denen diese höchstens sich über ungefähr die halbe Schalenlänge erstrecken können, während sie bei *S. mosquensis* bis an den Stirnrand reichen. Uebrigens haben sie meistens auch eine verhältnismäßig höhere und kürzere Area, eine Neigung zu dichotomierenden Radialstreifen u. s. w. Andere Arten, die diesen Formen in ihrem Habitus ähneln, sind *S. cinctus* KEYSERL., *S. subcinctus* KON.¹ u. a.

Dieser Umstand, daß die typische *S. mosquensis* in äußeren Merkmalen so vielen anderen Formen fast genau gleicht, hat besonders in der älteren Literatur eine große Verwirrung über das Vorkommen der echten *Spirifer mosquensis* bewirkt. Sowohl DAVIDSON wie KONINCK haben ja zuerst geglaubt, daß die Form in den Karbonablagerungen ihrer Heimatländer vorhanden sei. Und auch von vielen anderen Gebieten ist derselbe unrichtig aufgeführt.

¹ G. Dewalque hat die Meinung ausgesprochen (Annals de la Soc. Géol. de Belgique, 1894—95, Pag. XLVI), daß die beiden belgischen Formen, die Koninck unter diesem Namen erwähnt, eine und dieselbe Art, und von Keyserlings *S. cinctus* verschieden sind. Er schlägt für die Art den Namen *S. Konincki* vor.

Reticularia MCCOY.*Reticularia lineata* MARTIN.

Synonomie siehe:

1902 *Reticularia lineata* Tschernyschew. Die obercarb. Brach. p. 193, Taf. XX, Fig. 9—13.

Eine kleine Ventralschale ohne Sinus stimmt äußerlich besonders gut mit den kleinen russischen, oberkarbonischen Formen dieser Art überein. Die inneren Merkmale kenne ich nicht. Aeüßerlich sehr ähnlich ist die kleine Form, die LEE (A carb. Fauna from Now. Semlja, Transactions of the Royal Society of Edingburgh, Vol. XLVII, P. I, 1908—09, Taf. I, Fig. 18—19) abgebildet, aber nach besonderen inneren Merkmalen (das Fehlen von Septum und Zahnstützen) als *Squamularia* sp. aufgeführt hat. Die Gattung *Squamularia* wird zwar von SCHELLWIEN (Trogkofelschichten, pag. 83) als synonym mit *Reticularia* angesehen, doch, von den äußeren angeblichen, vielleicht zweifelhaften, Trennungskennzeichen abgesehen, sind wohl die inneren — das Fehlen der großen Zahnplatten — bei *Squamularia*, wie von Girty (Guadelupian Fauna, p. 366) in der letzten Zeit hervorgehoben, als entscheidend anzusehen.

Strophomenidae KING.*Streptorhynchus* KING.

Streptorhynchus pelargonatus SCHLOTHEIM. Taf. IV, Fig. 6.

Synonomie siehe:

1902 *Streptorhynchus pelargonatus* Tschernyschew. Die obercarb. Brachiop. p. 199 (576), Taf. XXVI, Fig. 6—7.

Nur eine einzige, doch gut zu bestimmende Ventralklappe dieser sonst nur aus jüngeren Ablagerungen bekannten Form liegt mir vor. Der allgemeinen Form nach stimmt sie ziemlich genau mit der von SCHELLWIEN aus der Teufelsschlucht bei Neumarkt¹ abgebildeten. Doch ist der Wirbel etwas stärker ausgezogen, wenn auch viel weniger als bei der von TSCHERNYSCHEW, l. c., abgebildeten Ventralschale. Im Profil gesehen, zeigt sie eine schwach konvexe, unebene Linie. Die Radialstreifen sind nur mäßig deutlich und von annähernd derselben Stärke. Auf der Area und dem deutlich abgesetzten, hoch dreieckigen Pseudodeltidium ist eine ganz feine Horizontalstreifung angedeutet.

¹ Die Fauna der Trogkofelschichten, Taf. II, Fig. 3—5.

Meekella WHITE & ST. JOHN.*Meekella eximia* EICHW. Taf. IV, Fig. 9.

1845 *Orthis eximia* Verneuil. Paléontologie de la Russie, p. 192, Taf. XI, Fig. 2.

1876 *Orthis eximia* Trautschold. Kalkbrüche v. Miatschkowa, p. 71, Taf. VII, Fig. 4, Taf. VIII, Fig. 1.

1902 *Meekella eximia* Tschernyschew. Die obercarb. Brachiop. p. 213, Taf. XXIV, Fig. 5, Taf. LI, Fig. 13.

1905 *Meekella eximia* Stuckenberg (pars.). Die Fauna der obercarb. Suite etc. Mém. Com. Nouv. Série Livr. 23, p. 55, Taf. IX, Fig. 12.

Obwohl nach TSCHERNYSCHEW diese Form aus dem Ural und Timan auch im Omphalotrochus- und Cora-Horizont spärlich gefunden worden ist, kann sie doch beinahe als ein Leitfossil der *Mosquensis*-Zone betrachtet werden. Sie gehört ja zu den diese Stufe am meisten kennzeichnenden Formen, besonders in Central-Rußland.

Interessant war die Beobachtung, daß auf einem Exemplar der Stirnrand mit einem großen flachen, kragenförmigen Fortsatz versehen war, wie er z. B. bei dem Genus *Proboscidella* sehr deutlich zu sehen ist. Die Oberfläche dieses Kragens zeigt feine Radialstreifen genau so wie auch auf dem übrigen Teil des Tieres. Es ist auffallend, daß dieser Fortsatz nie auf den russischen Exemplaren beobachtet worden ist, da ja gerade diese sonst einen besonders guten Erhaltungszustand zeigen.

Wenn STUCKENBERG, l. c., die *Meekella striatocostata* Cox. mit in die Synonymie für *M. eximia* aufnimmt, so ist dies entschieden unrichtig. Die zwei Formen sind deutlich von einander getrennt. Ein gutes konstantes Unterscheidungsmerkmal ist die Wölbung der Ventralschale, die bei *M. eximia*, im Profil gesehen, immer etwas (unregelmäßig) konkav ist, während die Ventralschale bei *M. striatocostata* die gewöhnliche, schwach konvexe Biegung und die Muschel von der Seite gesehen einen bikonvexen Umriss hat.

Orthidae WOODWARD.*Rhipidomella* HALL & CLARKE.*Rhipidomella Michelini* LEVEILLÉ. Taf. V, Fig. 1, 2.

Synonymie siehe:

1858–63 *Orthis Michelini* Davidson. Brit. Carb. Brach. p. 132, Taf. XXX, Fig. 6–12.

1909 *Rhipidomella Michelini* Lee. A Carb. Fauna from Nowaja Semlja. Transact. Royal Soc. of Edinburgh. Vol. XLVII, Part I, p. 166, Taf. I, Fig. 16.

Diese sonst in den Unterkarbonschichten fast aller Gebiete häufige Art kommt auch in meiner Kollektion als mehr oder weniger vollständiges Bruchstück sehr allgemein vor. Sie schwanken in ihrer Größe sehr stark, das größte Stück ist auf Taf. V, Fig. 1 abgebildet. Ich habe auch auf

Fig. 2 das Innere einer Dorsalschale abgebildet, wo man die Crura und den typischen, stark entwickelten, Schloß-Fortsatz beobachten kann.

Mit *R. Michelinii* ist die jüngere *R. Pecosii* MARCON leicht zu verwechseln, und es scheint, als ob es hier oft sehr schwierig ist, eine bestimmende Grenze zu ziehen. Die typische *R. Pecosii*, wie sie aus den amerikanischen, alpinen, russischen und indischen oberkarbonen und permokarbonen Ablagerungen beschrieben ist, zeigt jedoch immer eine geringere Größe und im Umriss eine mehr rundliche Form.

Aus den Karbonablagerungen Australiens sind ebenfalls mehrere Formen beschrieben, die *R. Michelinii* sehr nahe stehen. Es sind diese Formen, die wesentlich durch etwas abweichende innere Merkmale (besonders in der Form der Muskeleindrücke) gekennzeichnet sind, wie *R. Australis* M'COY (siehe bei DUN: Notes on some carb. Brach. from Clarence Town, Rec. Geol. Survey, New S. Wales, Vol. VII, P. II, 1902, p. 79, Taf. XXI, Fig. 10—11) und *R. valida* DUN (Dies. Zeitschrift, P. IV, 1904, pag. 324, Taf. LX, Fig. 2), ohne daß man deutlich abweichende äußere Trennungsmerkmale angeben kann. Nahe steht auch die amerikanische Form, *R. Burlingtonensis* HALL¹, die von einigen Autoren als eine Varietät von *R. Michelinii* angesehen wird; diese ist durch eine mehr spitz verlaufende Wirbelpartie gekennzeichnet.

NIKITIN, der ja eine Nachprüfung von TRAUTSCHOLDS Miatschkowa-Formen unternommen hat, führt² *Orthis Michelinii* als zu der Moskauer Stufe gehörend an. Von TRAUTSCHOLD ist sie als *Orthis resupinata* beschrieben worden. STUCKENBERG erwähnt sie aus dem Oberkarbon bei Samara³.

Schizophoria KING.

Schizophoria indica WAAGEN. Taf. V, Fig. 15.

1884 *Orthis indica* Waagen. Salt Range Fossils. Prod. Limestone Brachiop. pag. 568, Taf. LVI, Fig. 7, 8, 14, 15, 16.

1889 *Orthis* cf. *indica* Tschernyschew. Allgem. geol. Karte von Rußland, Blatt 139, pag. 276, Taf. VI, Fig. 19.

Eine ganz kleine Ventralschale scheint — soweit man nach so geringem Material urteilen kann — mit einigen Varietäten dieser Form gut übereinzustimmen. Sie ist breit oval, jedoch mit deutlich hervorragendem, mäßig stark gekrümmtem Schnabelteil. Die Radialstreifen sind sehr fein, ihre Oberfläche im Querschnitt schwach rundlich konvex. Mit

¹ Siehe z. B. Keyes, Missouri geol. Survey, Vol. V, Taf. XXXVIII, Fig. 7.

² Dépôts Carbonifères etc. Mém. Com. Géol. Vol. V, Nr. 5, 1890.

³ Die Fauna der obercarb. Suite etc., p. 61.

anderen mir bekannten Orthiden zeigt die Schale dagegen keine gute Uebereinstimmung. Ihr typischer breit-ovaler Umriss trennt sie von den mehr oval-dreieckigen Varietäten von *Orthis indica* nahestehenden *O. incisiva* WAAGEN (l. c., pag. 574, Taf. LVI, Fig. 10—12).

Eine *Orthis* cf. *indica* ist von TSCHERNYSCHEW aus der Artinsk-Stufe vom Ural, l. c., beschrieben; sie ist nie in tieferen Schichten gefunden worden und demnach in ihrer Hauptentwicklung eine jüngere Form.

Orthis indica WAAGEN ist auch von den jüngeren (permokarbonen?) Schichten bei Djulfa in Armenien bekannt.

Schizophoria cf. *juresanensis* TSCHERNYSCHEW. Taf. II, Fig. 8.

1902 *Schizophoria juresanensis* Tschernyschew. Die obercarb. Brach., pag. 224 (591), Taf. XXVII, Fig. 13—15, Taf. LX, Fig. 5—8.

Ein stark zerdrücktes kleines *Orthis*-Exemplar, bei dem die eine Schale ganz zerstört ist, steht unzweifelhaft dieser Form sehr nahe. Der Umriss ist breit-oval, die Wölbung der einen nicht besonders deformierten Schale (wahrscheinlich Ventralschale) nicht stark; die feinen Rippen sind sämtlich fast von gleicher Stärke und zeigen keine bündelförmige Anordnung. Die Unterscheidungsmerkmale, die sie von *S. juresanensis* trennen, sind die schwächere Wölbung der Schale und — soweit dies zu sehen ist — die weniger stark entwickelte Schnabelpartie, dann das Fehlen von Anwachsstreifen, die bei der erwähnten Form gewöhnlich sehr deutlich hervortreten. Im übrigen ist eine genaue Vergleichung durch den deformierten und unvollständigen Erhaltungszustand des mir vorliegenden Exemplars ausgeschlossen.

Orthis (*Rhipidomella*?) sp. Taf. V, Fig. 3.

Eine Dorsalschale, die in ihrem breit ovalen Umriss stark an *Schizophoria resupinata* MARTIN erinnert, wahrscheinlich jedoch als eine *Rhipidomella* anzusehen ist, wie aus ihrer wenig gewölbten Form hervorgeht, sowie aus dem Charakter der Schale selbst, die sehr dick ist und die bei *Rhipidomella*-Formen gewöhnliche, sehr scharfe Andeutung von Rippen auch im Innern nahe am Schloßrande zeigt. Hierfür spricht auch die große Breite des Muskelfeldes, wie auf dem Steinkern, wo die Schale abgebrochen ist, ganz schwach zu beobachten ist. Eine Form, der sie sich durch diese wie auch noch andere Merkmale ziemlich dicht anschließt, ist die von DERBY¹ beschriebene *Orthis* (*Rhip.*) *Penniana*.

¹ On the carb. Brach. of Itaituba, Bull. Cornell Univ. Vol. I, Nr. 2, pag. 26, bes. Taf. V, Fig. 22, 23.

Orthotichia HALL & CLARKE.

Orthotichia Morgani DERBY. Taf. IV, Fig. 8; Taf. V, Fig. 4, 5, 6, 7.

1874 *Orthis Morganiana* Derby. Bull. of the Cornell University, Vol. I, No. 2, p. 29, Taf. III, Fig. 1, 2—7, 9, 11, 34, Taf. IV, Fig. 6, 14, 15.

1892 *Orthotichia Morganiana* Hall & Clarke. Palaeontology of N. Y., Vol. VIII, Part I, p. 213, Taf. VII, Fig. 11—15.

1902 *Orthotichia Morgani* Tschernyschew. Die obercarb. Brachiop., pag. 227 (594), Taf. XXVI, Fig. 8—10, Taf. XLVIII, Fig. 1—3.

1905 *Enteletoides rossicus* Stuckenbergh. Die Fauna d. obercarb. Suite des Wolgadurchbruchs bei Samara. Mém. Com. Géol. Nouv. Série. Livr. 23, pag. 60 (129), Taf. VI, Fig. 8 a—c, Taf. IX, Fig. 8 a—c.

Ich besitze von dieser interessanten Form ein ziemlich großes Material von mehr oder weniger vollständigen Schalenstücken, die vielleicht nicht so sehr vollkommen die äußere Form und Skulptur zeigen, dafür aber um so besser die inneren Charaktere, was hier auch von großer Bedeutung ist. Mittelst Aetzung ist es mir gelungen, diese innere Form bei vielen Exemplaren sehr schön bloßzulegen.

Die Gattung *Orthotichia* wurde 1892 von HALL in seiner »Introduction to the Study of the Genera of pal. Brachiopoda« mit *Orthis Morganiana* als typische Form der Gattung aufgestellt. Sie wurde als eine Uebergangsgattung zwischen *Schizophoria* und *Enteles* angesehen; von erstgenannter ist sie besonders durch kräftiger entwickelte, mehr parallel stehende Septen der Ventralschale (auch ein Medianseptum ist vorhanden) verschieden, von der letztgenannten durch das Fehlen einer Fältelung der Schalen. Die Berechtigung der neuen Gattung ist später besonders von SCHELLWIEN stark in Zweifel gezogen worden. SCHELLWIENS wesentlichster Einwand¹ ist, daß man durch die Aufstellung einer besonderen Gattung *Orthotichia*, die Zwischenformen zwischen *Orthis* (besonders *Schizophoria*) und *Enteles* umfaßt, Gefahr läuft, zwei deutlich getrennte Entwicklungsstufen unter einer Gattung zusammenfassen, und zwar »einmal die Uebergangsformen von *Orthis* zu *Enteles* und zweitens solche Arten von *Enteles*, welche später die Falten der typischen Enteleiten verloren haben«. Er hält es für richtiger, die mit *Enteles*-ähnlichen, inneren Merkmalen versehenen, nicht gefalteten Formen der *Enteles*-Gattung zuzurechnen, bei der ja die Stärke der Fältelung außerordentlich variiert, die *Orthis*-ähnlichen dagegen dieser Gattung zuzuzählen.

Ich besitze in meinem Material kein vollständig erhaltenes Exemplar dieser Art; aber man kann doch ganz gut über die allgemeine Form schließen. Eine fast vollständige sehr große Dorsalklappe ist auf Taf. V, Fig. 4 abgebildet. Sie zeigt die typische, ziemlich stark gewölbte Form —

¹ Trogkofelschichten, pag. 3—5.

jedoch mit einer deutlichen medianen Verflachung — und die gewöhnliche fein striierte Oberfläche. Die Ventralkappe ist viel flacher. Meine größten Stücke stimmen mit den von TSCHERNYSCHEW abgebildeten (Obercarb. Brach. Taf. XLVIII, Fig. 2) sowie anderen vollkommen überein.

Das Innere der Schalen zeigt genau die von DERBY und HALL beschriebenen Merkmale. Auf der Abbildung der Dorsalschale (Fig. 5, 6, 7) sind die kennzeichnenden Charaktere zu sehen, die großen spitzen Crural-Platten mit ihren Stützen, das Medianseptum, das bei guter Entwicklung gegen vorn stärker wird, und endlich die komplizierten, von DERBY genau beschriebenen und schön abgebildeten typischen Muskeleindrücke. Es ist mir auch gelungen, durch Ätzen die inneren Charaktere einer Ventral-schale freizulegen; das Stück war aber so dünn und porös, daß es zerbröckelte, noch ehe es photographiert werden konnte. Es fanden sich hier die stark entwickelten, nach vorn ein wenig divergierenden Seiten-Septen, und zwischen ihnen ein Medianseptum.

Man muß SCHELLWIEN darin beistimmen, daß die inneren Merkmale sich sehr wenig von denjenigen von *Enteleles* unterscheiden. Immerhin finden sich doch hier gewisse Unterschiede, wie in den stets etwas divergierenden Septen der Ventralschale sowie in den Crura, die ziemlich hoch und scharf, jedoch nie so fein und gekrümmt zugespitzt sind wie es bei *Enteleles* der Fall ist. In Anbetracht der stark abweichenden äußeren Form muß es doch wohl als ganz natürlich angesehen werden, daß man diese Art vorläufig wenigstens, bis vielleicht alle Uebergangsformen nachgewiesen sind, von den typischen *Enteleles*-Formen absondert. Es erscheint mir deshalb am richtigsten, wie GIRTY¹ in seiner Besprechung dieser Gattungsfragen vorschlägt, die Gattung *Orthotichia* als Untergattung unter *Enteleles* zu stellen.

Mit dem Funde von *Orthotichia Morgani* so tief in der Serie wie in der Moskauner Zone, in der nur die ältesten Enteleten auftreten, fällt der Haupteinwand SCHELLWIENS gegen die Gattung *Orthotichia* zu Boden. Denn SCHELLWIEN hat ja gerade diese *Orthotichia*-Form als eine der jüngeren Entwicklungsstufen, aus der Periode nach dem Aufblühen des *Enteleles*-Stammes herrührend, angesehen, und sie ist ja auch von TSCHERNYSCHEW ziemlich hoch, in dem Schwagerinen-Kalk vom Ural gefunden worden. Man kann hier nicht von zwei — »durch ein bekanntes Stadium völlig von einander getrennten« — Einheiten reden. Die *Orthotichia*-Form hat ihren eignen dauernden, von der Entwicklung der Enteleten unabhängigen Platz; die beiden Gattungen gehen parallel zueinander.

¹ Guadelupian Fauna. U. S. G. S. Prof. Paper. Nr. 58, pag. 293.

Die neue Gattung *Enteletoides*, die STUCKENBERG, l. c., im Jahre 1905 auf eine angeblich neue Art *E. rossicus* gegründet hat, kann, soweit ich aus der auf wenig Material begründeten Beschreibung und den Abbildungen zu schließen vermag, nichts anderes als eine *Orthotichia* sein, und die neue Art kann von *O. Morgani* DERBY gar nicht getrennt werden. Sowohl die äußeren wie die inneren Merkmale stimmen sehr gut überein. Merkwürdig ist, daß auch die letztgenannte Form aufgeführt ist (p. 61), ohne daß STUCKENBERG bei der Beschreibung von *Enteletoides* der auffallenden Ähnlichkeit mit einem einzigen Worte erwähnt.

Productidae GRAY.

Productus SOWERBY.

Productus boliviensis d'ORBIGNY. Taf. III, Fig. 1.

Synonomie siehe:

- 1902 *Productus boliviensis* Tschernyschew. Die obercarb. Brach., p. 250 (607), Taf. XXXII, Fig. 5, Taf. XXXV, Fig. 3.

Mit nur fragmentarischen Exemplaren einer gewöhnlich auftretenden *P. semireticulatus*-ähnlichen Form ist es schwierig gewesen, eine befriedigende Bestimmung zu erhalten. Diese Formengruppe ist ja jetzt in einer sehr großen Zahl von nur überaus wenig von einander verschiedenen Formen zerstückelt.

Da ich — wenn auch ziemlich unvollständige — Stücke von Dorsalschalen besitze, und diese eine schwache, konkave Wölbung des hinteren Teils zeigen, kann die Form gleich in die Gruppe *Pr. boliviensis* (in dem Sinne TSCHERNYSCHIEWS) eingeordnet werden, und der Vergleich der außerordentlich stark gewölbten Ventralschalen mit russischen — ich habe auch die Originale für TSCHERNYSCHIEWS Abbildungen gesehen — hat die Identität mit dem typischen *Pr. boliviensis* selbst dargetan.

Productus longispinus SOWERBY, Form. typ. Taf. IV, Fig. 5.

Synonomie siehe:

- 1901 *Productus longispinus* (Sow.) Fliegel. Ueber obercarb. Faunen aus Ost- und Süd-asien. Palaeontographica, B. 48, p. 100.

Productus longispinus in dem weiteren Sinne, in dem DAVIDSON hierzu gehörende Formen auffaßte, wurde von SCHELLWIEN in »Trogkofelschichten«, Seite 55—56, in zwei Formengruppen: nicht-sinuierete (typische) und sinuierete, unter *Prod. lobatus* Sow. gehörende, Formen zerlegt; jedoch ohne daß man den Gruppen irgend welchen stratigraphischen Wert beimessen kann.

In Rußland findet sich *Pr. longispinus* in Unter-, Mittel- und Oberkarbon. Aus dem Oberkarbon der *Gshel*-Stufe in der Moskauer Umgegend

hat NIKITIN sowohl deutlich sinuierte wie stark konvexe Formen abgebildet¹. Aus der Moskauer Stufe habe ich im Museum des geologischen Komit es nur nicht-sinuierte Formen von *Pr. longispinus* gesehen. Sie sind jedoch auch nicht gleichförmig konvex gebogen, sondern die Ventralschale zeigt, von der Seite gesehen, eine rundlich knieförmige rechteckige Biegung. Die Radialrippen sind sehr schwach entwickelt, ebenso die konzentrischen Runzeln, die oft gar nicht zu beobachten sind.

Es ist interessant, daß die Spitzbergen-Exemplare genau denselben Charakter zeigen; die Formen sind sich vollkommen gleich. Von Stachelindr cken sind meistens — sowohl bei den russischen wie bei meinen Exemplaren — nur zwei vorhanden, die etwas vor dem höchsten W lbungspunkt der Schale liegen. Von DAVIDSONS Abbildungen zeigen wohl Taf. XXXV, Fig. 19 und 19a die gröſste Uebereinstimmung. Wie bei meinen Exemplaren ist auch hier die Wölbung der Schale in der Querichtung gesehen nach vorn etwas stärker und kielf rmiger, ohne jedoch diesen Charakter so ausgeprägt zu zeigen, wie seine Fig. 16.

Mein Material ist zu unvollständig, um die Frage von dem Vorhandensein von *Marginifera*-Merkmalen, wie sie besonders von SCHELLWIEN in einigen Fällen bei dieser Art nachgewiesen sind, entscheiden zu können. Bei einem Exemplar von Miatschkowa, das ich untersucht habe, fehlte die typische Randleiste.

Faßt man mit SCHELLWIEN die *Marginifera*-Merkmale bei hierher gehörigen Formen als Charaktere von geringer systematischer Bedeutung auf, so wird es sehr fraglich, ob eine der neuen *Marginifera*-Arten, die TSCHERNYSCHEW als *M. tinanica* aus dem Oberkarbon vom Ural und Timan beschrieben hat², von *Pr. longispinus* getrennt werden kann. Soweit ich gesehen habe — ich habe auch TSCHERNYSCHEWs Originale gesehen —, stimmt die Art mit den erwähnten Miatschkowa-Formen äußerlich vollkommen überein.

Die auf der Oberfläche vieler meiner Kalksteinst cke ausgewitterten, sehr oft zu findenden dünnen, geraden, hohlen, zylindrischen Nadeln sind vielleicht als Stacheln von *P. longispinus* anzusehen.

Productus cf. *Wallacei* DERBY. Taf. V, Fig. 14.

1874 *Productus Wallacianus* Derby. Bull. Cornell University. Vol. I, Nr. 2, pag. 57, Taf. III, Fig. 46—48, Taf. VI, Fig. 5.

1902 *Productus Wallacei* Tschernyschew. Die obercarb. Brach., pag. 270 (617), Taf. XXX, Fig. 8, Taf. LX, Fig. 19—23.

¹ Dépôts carbonifères, Taf. I, Fig. 7—12.

² Die obercarb. Brach., Seite 327 (650), Taf. XXXVI, Fig. 1—3.

Eine ganz kleine Ventraklappe zeigt trotz deutlicher Unterschiede wesentliche Aehnlichkeit mit den kleinen russischen Formen von *Productus Wallacei* DERBY. Sie ist ziemlich breit, nicht stark gewölbt und mit entfernt stehenden groben Tuberkeln besetzt. Deutliche Runzeln sind nicht zu sehen. Die Ohren sind nicht vollständig erhalten; soweit man schließen kann, ist ihr Umriss etwa rechteckig gewesen. Der einzige Unterschied von kleinen Exemplaren von *P. Wallacei* ist die — besonders in der Umbonalregion — weniger aufgeblähte Form, als für diese Art charakteristisch ist. Bei stärkerer Entwicklung des hinteren, mittleren Theils der Schale würde die Uebereinstimmung vollkommen sein.

Die kleine Form erinnert an einen von Lóczy¹ aus den Permo-Karbonschichten aus dem Lant-San-Kiang Tal beschriebenen ganz kleinen *Productus*, den er *P. Desgodinse* nennt. Diese nur unvollständig bekannte Form weicht jedoch durch ihre stark nach hinten dreieckig zugespitzte Form, infolge einer sehr schwachen Entwicklung der Flügel, deutlich ab.

Eine andere, auch unzweifelhaft nahestehende, Art ist der ziemlich kleine *Productus cherneyensis* LEE² aus Nowaja Semlja. Sie zeigt jedoch ein deutliches Trennungsmerkmal in den stark entwickelten konzentrischen Runzeln der Ventralschale.

Productus Isachseni n. sp. Taf. II, Fig. 1, 2.

Eine Anzahl kleiner charakteristischer Ventralschalen liegt der Aufstellung dieser neuen Art zu Grunde. In der allgemeinen Form etwas an gewisse *Marginifera*-Arten (z. B. an Varietäten von *M. typica* WAAGEN) erinnernd, zeigen diese Schalen eine ungemein starke Wölbung in der Richtung von vorn nach hinten. Der zugespitzte, stark eingekrümmte Wirbel ragt deutlich über den Schloßrand hervor. Ein Sinus ist nicht entwickelt, doch ist die Mittelpartie der Schale ganz abgeflacht. Von diesem flachen Teil fallen dann die Flanken sehr steil, fast senkrecht ab. Die Ohren sind auf keinem Exemplar ganz sicher vollständig zu sehen; doch geht aus dem mir vorliegenden Material hervor, daß sie von kleinen Dimensionen gewesen sind, daß der Umriss der Schale nach dem Schloßrand zu etwas eingeengt wird, der Schloßrand selbst also ein wenig schmaler ist als die größte Breite. Deutlich abgesetzte, erhabene Zuwachslinien sind in dem vorderen Teil der Schale zu sehen. Sie verlaufen meist nicht ganz quer über die Schale, sondern zeigen, besonders die vorderen, eine schwache Krümmung gegen die Stirnrand hin. Im Wirbelteil sind

¹ Beschr. d. foss. Säugethier- u. Moll.-Reste etc., pag. 106, Taf. IV, Fig. 6.

² A carb. Fauna from Nowaja Semlja, pag. 170, Taf. II, Fig. 37—37 b.

keine solche Linien zu sehen. Die feinere Skulptur der Oberfläche, wie man sie auf den leider nur fragmentarisch erhalten gebliebenen Schalenstücken beobachten kann, ist auf den ersten Blick sehr wenig hervortretend, bei näherem Zusehen jedoch ganz charakteristisch. Bei guter Beleuchtung kann man eine große Zahl von dicht stehenden, ganz kleinen, fast nur als kleine Unebenheiten der Oberfläche hervortretenden, Tuberkeln wahrnehmen. Ob diese Höckerchen eine bestimmte Anordnung zeigen, ist schwer zu sagen; auf dem einen Stück scheint es jedoch, als ob sie im Wirbelteil eine Andeutung einer Anordnung in schrägen Linien zeigten. Auf dem Steinkern ist, den Tuberkeln entsprechend, eine Art Punktierung der Oberfläche angedeutet. Ansatzstellen für Stacheln sind hie und da, besonders auf dem mittleren Teil der Schale, zu beobachten.

Von allen mir bekannten Formen zeigt nur eine größere Ähnlichkeit mit dieser Form, nämlich der aus den Schwagerinen-Horizonten des Urals von TSCHERNYSCHEW¹ beschriebene *Productus tastubensis*. Mit einer im ganzen sehr ähnlichen äußeren Form, meistens jedoch bei der russischen Art nicht in der Richtung von vorn nach hinten so stark gekrümmt und mit etwas stärker aufgeblähter Wirbelpartie, finden sich indessen deutliche Unterschiede zwischen den zwei Formen. Bei der Ural-Form findet sich immer ein wensschon sehr flacher Sinus, wie hier auch besondere im vorderen Teil deutliche längsgehende Seitenfalten entwickelt sind. Dazu kommen runzelige Anwachsstreifen, die im Gegensatz zu dem, was bei meiner Form der Fall ist, in der Wirbelpartie die stärkste Entwicklung zeigen. Endlich sind bei *P. tastubensis* die Höckerchen viel stärker. Dem zuletzt erwähnten Kennzeichen kann man indessen nur geringere Bedeutung beimessen, da es von der Aufbewahrungsweise sehr abhängig ist.

Productus pustulatus KEYSERLING. Taf. II, Fig. 4.

Synonomie siehe:

1902 *Productus pustulatus* Tschernyschew. Die obere carb. Brach., pag. 271 (617), Taf. XXX, Fig. 1—2, Taf. LIII, Fig. 5—6.

Ein unvollständiges Stück einer Ventralschale läßt sich mit dieser Form identifizieren. Sie ist breit, ziemlich schwach gleichmäßig gewölbt, mit wenig hervortretendem Umbonalteil. Die Tuberkeln der Oberfläche sind ganz grob und nicht dicht gestellt. Uebrigens ähnelt sie ja auch sehr dem nahestehenden *Pr. spinulosus* Sow. Sie ist jedoch weniger gewölbt als diese Form, und besonders die Umbonalregion nicht so aufgebläht.

¹ Die obere carb. Brachiop., p. 268 (615), Taf. LIII, Fig. 7—9.

Sie erinnert außerordentlich an die von SCHELLWIEN aus den Trogkofelschichten als *Productus spinulosus*¹ erwähnte Form, eine Form, über welche TSCHERNYSCHEW später die Meinung ausgesprochen hat, sie wäre natürlicher als eine *Pr. pustulatus* anzusehen².

Productus irginae STUCKENBERG. Taf. II, Fig. 3.

Synonomie siehe:

1902 *Productus irginae* Tschernyschew. Die obercarb. Brach., pag. 273 (618), Taf. XXX, Fig. 3—4, Taf. LII, Fig. 1—4.

Diese durch alle Horizonte des russischen Oberkarbons wie Permo-karbons gehende Form ist in meinem Material durch einige nicht vollständige Ventralkappen vertreten, die jedoch für eine Bestimmung hinreichen. Sie sind beträchtlich kleiner als die gewöhnlichen russischen Exemplare, und deutlich stärker gewölbt, aber sonst stimmen die Charaktere vollkommen überein: die eigentümliche schöne Skulptur der Schale mit den ganz feinen Höckerchen, die im vorderen Teil ausgeprägten, weit getrennten konzentrischen Zuwachslinien, der flache, doch deutliche Sinus u. s. w. Unsere kleine gewölbte Form ist vielleicht als eine ältere, erst später zu ihrer vollen Größe sich entwickelnde Varietät anzusehen.

Productus Cora D'ORBIGNY.? Taf. III, Fig. 2.

Mit nur einer unvollständigen stark gepreßten Ventralschale vor mir wage ich keine sichere Bestimmung zu machen. Es findet sich ja auch eine andere *Productus*-Form, mit der sie nach ihren Merkmalen ebenso gut identifiziert werden könnte, nämlich *P. corrugatus* M'COY, Die unterscheidenden Merkmale der zwei Arten, Charaktere der Gesamtform und der Bestachelung, sind ja so klein, daß eine unzweifelhafte Bestimmung nur mit ganz vollständigen Exemplaren möglich ist. In der letzten Zeit ist auch die Konstanz der sondernden Merkmale der zwei Formen von mehreren Forschern, besonders von P. GRÖBER³, angezweifelt worden.

¹ Trogkofelschichten, p. 49, Taf. VIII, Fig. 10.

² Obercarb. Brach., p. 618.

³ Ueber die Faunen des untercarbonischen Transgressionsmeeres des zentralen Tian-schan u. s. w., Neues Jahrbuch Beilage-Band XXVI, 1908, pag. 218.

Carbon und Carbonfossilien des nördlichen und zentralen Tian-schan, Wiss. Erg. d. Merzbacherschen Tian-schan-Expedition. Abh. d. math.-physik. Kl. d. Kgl. Bayrischen Ak. d. Wiss., B. XXIV, 1909.

Productus punctatus MARTIN. Taf. III, Fig. 4, 5.

Synonymie siehe:

- 1902 *Productus punctatus* Tschernyschew. Die obercarb. Brach., pag. 296 (631), Taf. LVI, Fig. 12.

Für die gewaltige amerikanische Literatur:

- 1903 *Productus punctatus* Girty. Carb. Form. and Faunas of Colorado. U. S. G. S. Professional Paper Nr. 16, pag. 368.

Von allen allgemein anzutreffenden Karbon-Brachiopoden ist *Productus punctatus* einer der häufigsten, wenn nicht sogar der häufigste. Fast keine Brachiopoden-führende Karbonschichten irgend welcher Zone sind durchsucht worden, ohne daß man diese Form gefunden hätte. Auch in meinem Material ist *Productus punctatus* eine der gewöhnlichsten Formen. Meine Exemplare sind alle stark gepreßt und deformiert, zeigen indessen die gewöhnliche breite Form mit dem flachen Sinus und der typischen Skulptur.

Productus elegans M'COY. Taf. IV, Fig. 4.

- 1844 *Productus elegans* M'COY. Synopsis Taf. XVIII, Fig. 13.

- 1858—63 *Productus punctatus* Mart., var.? *elegans* Davidson. Brit. carb. Brach., p. 173, Taf. XLIV, Fig. 15.

- 1898 *Productus punctatus* Mart., var. *elegans* Lóczy. Wiss. Ergebn. d. Reise d. Grafen Szechenyi, B. III, pag. 61, Taf. II, Fig. 1—3, 8.

- 1900 *Productus elegans* Schellwien. Die Fauna der Troglkofelschichten, pag. 52, Taf. VIII, Fig. 14—17.

- 1906 *Productus elegans* Keidel. Geol. Unters. im südlichen Tian-Schan u. s. w. Neues Jahrbuch, Beilage-Band XXII, pag. 369, Taf. XII, Fig. 7—8.

- 1909 *Productus elegans* Lee. A carb. Fauna from Now. Semlja. Transact. Royal Society of Edinb., Vol. XLVII, Part I, p. 170, Taf. II, Fig. 38—38 b.

Von Dorsalklappen liegen mir mehrere vor, von Ventralklappen nur eine, die, obwohl sie etwas verdrückt ist, doch für eine Bestimmung ausreicht. Die Form erinnert sehr wenig an *Productus punctatus*, ist viel kleiner, stärker gewölbt, ohne Sinus, und auch abweichend in der Skulptur, wie sie von SCHELLWIEN, l. c., genau beschrieben ist. Daß die Form auch auf Spitzbergen mit einem von *Pr. punctatus* gänzlich verschiedenem Habitus auftritt, steht mit der Anschauung SCHELLWIENS gut im Einklang, daß sie als eine selbständige, von der erwähnten Form gut abgesonderte, Art aufzufassen ist.

Von *Pr. fimbriatus* Sow., ist die Form durch ihre feineren Stachelwarzen deutlich unterschieden.

Productus cf. *fasciatus* KUTORGA. Taf. IV, Fig. 3.

- 1844 *Productus fasciatus* Kutorga. Zweiter Beitrag zur Palaeontologie Rußlands. Verh. d. Kais. russ. min. Gesellschaft, pag. 100, Taf. X, Fig. 4.

- 1902 *Productus fasciatus* Tschernyschew. Die obercarb. Brach., pag. 297 (631), Taf. XXXI, Fig. 7, Taf. XXXIV, Fig. 5, 6.

- 1905 *Productus fasciatus* Stuckenberg. Die Fauna der oberearb. Suite u. s. w., pag. 68, Taf. VIII, Fig. 6.
 1906 *Productus fasciatus* Keidel. Geol. Untersuchungen im südlichen Tian-Sehan u. s. w. Neues Jahrbuch, Beilage-Band XXII, pag. 368, Taf. XII, Fig. 3.

Eine kleine Ventralschale zeigt eine fast vollständige Uebereinstimmung mit dieser typisch russischen Form, doch finden sich einige kleinere Unterschiede, die die zwei Formen von einander trennen. *Productus fasciatus* ist ja früher mit *Pr. punctatus* MARTIN verwechselt worden, und die zwei Formen haben auch eine große Ähnlichkeit. So zeigen sie beide in typischer Entwicklung gewöhnlich einen flachen Sinus, obwohl er bei Exemplaren von *Pr. fasciatus* oft nur sehr schwach angedeutet ist. Bei dem von TSCHERNYSCHEW auf Taf. XXXI, Fig. 7 abgebildeten kleinen Exemplar ist er überhaupt nicht zu sehen. Bei meiner Ventralschale ist ebenfalls keine Andeutung eines Sinus zu beobachten, und man könnte vielleicht mein Exemplar, das viel kleiner ist als die erwachsenen russischen, für ein ähnliches jugendliches nicht-sinuirtes ansehen. Doch scheint auch in der Skulptur ein Unterschied zu bestehen, indem die Tuberkeln, die genau wie bei *Pr. fasciatus* über die ganze Fläche gleichmäßig zwischen zwei Anwachsstreifen verteilt sind, meistens etwas größer — besonders in der Längsrichtung mehr ausgezogen — und weniger zahlreich sind. Daß die Art *Pr. fasciatus* außerordentlich nahe steht, während sie sich durch ihre Skulptur von dem der allgemeinen Form nach ähnlichen *Pr. elegans* schärfer unterscheidet, kann ja nicht bezweifelt werden. Mit mehr Material würde man wahrscheinlich die Frage endgültig entscheiden können, ob es sich um eine bestimmt abweichende Varietät handelt, oder nur um kleinere durch Uebergänge vermittelte individuelle Variationen.

Mein Exemplar nähert sich in der äußeren Form auch stark *Pr. fimbriatus* Sow., und deutet in dieser Weise Uebergänge an zwischen einigen der bekannten zahlreichen Formen, die von VAUGHAN¹ in einer Gruppe — der pustulösen, fimbriaten und punctaten Producti — zusammengefaßt hat.

Marginifera WAAGEN.

Marginifera typica WAAGEN. Taf. III, Fig. 3.

- 1884 *Marginifera typica* Waagen. Salt Range Fossils. Prod. Limestone Brachiopoda, pag. 717, Taf. LXXVI, Fig. 4—7, Taf. LXXVIII, Fig. 1.
 1889 *Marginifera typica* Tschernyschew. Allg. geol. Karte von Rußland, Blatt 139, pag. 285, Taf. VII, Fig. 22—24, 28.
 1897 *Marginifera typica* Diener. Himalayan Fossils. Vol. I, Part III, The permo-carb. Fauna of Chitichum, pag. 32, Taf. IV, Fig. 11—13, Taf. V, Fig. 1—2.
Marginifera typica Waagen, var. *septentrionalis* Tschernyschew. Die oberearb. Brach., pag. 322 (646), Taf. XXXVI, Fig. 10—12, Taf. LVIII, Fig. 13—16.

¹ An account of faunal succession of the carb. Brach. etc. Quart. Journ. 62, 1906, pag. 305—308.

Es ist von bedeutendem Interesse, daß diese Form, deren Hauptvorkommen unzweifelhaft im Permokarbon liegt, so tief gefunden worden ist, wie in der Moskauer-Stufe. In verhältnismäßig älteren Schichten ist die Form früher in einer außerordentlich wenig abweichenden Varietät *M. typica* var. *septentrionalis* von TSCHERNYSCHEW im Ural in dem Schwagerinen- und auch so tief wie in dem Cora-Horizont gefunden worden. Ob die Spitzbergen-Form mit der typischen Form oder dieser Varietät identisch ist, läßt sich schwer sagen, da der äußere Teil des Schloßrandes mit den Ohren bei meinem Exemplar fehlt, und man aus dem Vorhandensein oder Fehlen von Stacheln an dieser Stelle — die Varietät hat solche, die typische Form dagegen nicht — gar nichts schließen kann. Auf dem am stärksten gewölbten Teile der Ventralschale sind deutlich Stachelansätze zu sehen. Meine Form gehört mit ihrem nur sehr schwach entwickelten Sinus zu den wenig sinuierten Typen dieser Art. Die abgebildete Ventralschale, die mein ganzes Material dieser Form ausmacht, zeigt eine schöne Uebereinstimmung mit dem russischen Artinsken Exemplar, das von TSCHERNYSCHEW (in Allg. geol. Karte, Taf. VII, Fig. 22) abgebildet ist. Auch einige der von DIENER abgezeichneten Formen haben denselben wenig sinuierten Typus.

Mollusca.

Gastropoda.

Platyceras CONRAD.

Platyceras parvum SWALLOW. Taf. II, Fig. 10.

Synonomie siehe:

- 1903 *Platyceras parvum* Girty. The carb. Formations and Faunas of Colorado. Professional Paper 16, U. S. Geol. Surv., p. 461, Taf. X, Fig. 1, 2.

Diese Form scheint der einzige Gastropode in der Kollektion zu sein. Sie ist ziemlich häufig zu finden, aber fast immer nur in Bruchstücken oder stark deformiert. Ich besitze nur ein paar einigermaßen gut erhaltene Exemplare, und auch diese sind nicht vollständig, da der Mündungsrand bei keinem Stück vollständig zu sehen ist. Die Größe schwankt sehr; das abgebildete Exemplar ist eins von den kleineren.

Eine sehr nahestehende, wenn nicht identische, Form ist von TOULA unter den Namen *Capulus* (*Platyceras*) conf. *nebrascensis* MEEK von den Barents-Inseln beschrieben. *Platyceras nebrascensis* wird ja jetzt als mit *Platyceras parvum* synonym angesehen.

Arthropoda.

Crustacea.

Trilobitae.

Phillipsia PORTLOCK.

Phillipsia cf. *Eichwaldi* FISCHER. Taf. II, Fig. 11.

1875 *Phillipsia Grünewaldti* (Möller) Toulà. Eine Kohlenkalk-Fauna aus den Barents-Inseln, p. 3, Taf. I, Fig. 1.

Ein paar beinahe vollständig erhaltene, ganz kleine Pygidien stimmen mit diesem von TOULA aus den Barents-Inseln beschriebenen und abgebildeten Pygidium genau überein. Es ist in seinem Umriss abgerundet, stark gewölbt mit stark hervortretender Rhachis in 13—14 Glieder geteilt. Auf den steil abfallenden Seitenteilen der Rhachis ist beiderseits eine längsgehende schwache Vertiefung oder Furche zu sehen. Seitenteile des Pygidiums mit auf jeder Seite 9—10 durch starke Furchen getrennte Segmente. Das Ganze von einem nur wenig breiten, schräg stehenden Randsaum umgrenzt. Besonders auf den Gliedern der Achse, aber auch auf Segmenten, sind ganz kleine, ziemlich dicht stehende Tuberkeln zu beobachten.

Diese Form steht unzweifelhaft *Phillipsia Eichwaldi* (siehe für Synonymie: H. WOODWARD, Brit. Carb. Trilobites, p. 22, Taf. IV, Fig. 2, 4—11, 13, 14) außerordentlich nahe, und es wäre vielleicht natürlich, sie als eine Jugendform dieser Art anzusehen. Der Hauptunterschied besteht — wenn man von der viel geringeren Größe meiner Form absieht — in dem verschiedenen Umriss, da ja *P. Eichwaldi* meistens ziemlich lang ausgezogen ist. Auch die vielen Varietäten dieser Form zeigen dieses Merkmal.

Wenn TOULA, l. c., seine Pygidien zu *P. Grünewaldti* MÖLLER gerechnet hat, so ist der Grund der, daß zu der Zeit, da er seine Abhandlung schrieb, allgemein die Anschauung herrschte, das Pygidium von *P. Eichwaldi* laufe hinten in eine ausgeprägte Endspitze aus, ein Merkmal, das in Wirklichkeit der sonst sehr nahestehenden (von WOODWARD als Varietät betrachteten) Form *P. mucronata* M'COY angehört. TOULA hebt selbst die sonst genaue Uebereinstimmung mit *P. Eichwaldi* hervor.

Ob das von TRAUTSCHOLD¹ aus der Moskauer-Stufe als *Phillipsia Grünewaldti* erwähnte Pygidium mit meinem übereinstimmt, ist nach der Beschreibung schwer zu sagen. Daß es ihm aber sehr nahe steht und von *P. Grünewaldti* durchaus verschieden ist, geht unzweifelhaft hervor.

¹ Kalkbrüche von Miatschkowa, p. 25.

Griffithides PORTLOCK. ?*Griffithides*? cf. *Carringtonensis* ETHERIDGE. Taf. V, Fig. 16.

Ein einziges, jedoch ziemlich vollständig erhaltenes, kleines Pygidium zeigt viel Aehnlichkeit mit dem von WOODWARD in »Monography of British Carb. Trilobites«, p. 41, Taf. IX, Fig. 6 a, b beschriebenen und abgebildeten, ohne daß indessen eine vollständige Identität herrscht. Es zeigt auch eine beträchtliche Uebereinstimmung mit einer von DIENER (Permocarb. Fauna of Chiticun I, pag. 3, Taf. I, Fig. 3) beschriebenen Form, auf die er eine neue Art, *Phillipsia Middlemissi*, gründet. Diese Form ist jedoch etwas schmaler und hat zahlreichere Rippen.

Die Achse des mir vorliegenden Pygidiums ist stark gewölbt, ihre Spitze abgebrochen, so daß sich die genaue Zahl der Glieder nicht feststellen läßt. Die Ringe zeigen auf ihrer Umbiegungsstelle eine Andeutung von knotenförmigen Erhöhungen. Auch die 6—7 Segmente der Seitenteile, die nach außen durch einen wenig breiten, jedoch scharf abgesetzten, Randsaum begrenzt sind, zeigen auf ihrem mittleren Teil ähnliche Knoten. Solche Knoten sind bei der englischen Form nicht beobachtet. Diese zeigt dagegen auf den Segmenten eine feine längsgehende Furche.

Vertebrata.*Pisces.**Petalodus* OWEN.*Petalodus* sp. Taf. II, Fig. 12.

Das einzige Ueberbleibsel von Wirbeltieren in meiner Sammlung ist ein Fischzahn, der unter die *Petalodus*-Formen gestellt werden muß. Die eigentliche Zahnschubstanz war, als das Stück gefunden wurde, in ganz lockerem Zustand vorhanden, ist jedoch sofort in minimal kleine Stückchen zerbröckelt. Die allgemeine Form kann man indessen auch jetzt noch in dem leider etwas unvollständigen Abdruck ganz gut erkennen. Die Krone scheint eine dreieckige Form gehabt zu haben, und an dem Rand kann man kleine, etwas unebene, senkrecht zum Rand stehende Leisten beobachten, die von einer ähnlichen Skulptur im äußersten Teile des Zahnes erzählen. Nach unten hebt sich die Fläche der Krone, bis sie einen ziemlich scharfen Rücken bildet, um dann wieder abzufallen und dabei gleichzeitig schmaler zu werden. Auch auf diesem Teil sind feine Linien zu sehen, die hier jedoch konzentrisch angeordnet sind und eine starke Biegung nach unten zeigen.

An der unteren Grenze der Krone ist eine scharfe Umbiegung zu sehen, wie es aus der Profilzeichnung hervorgeht. Der unterste Teil des Zahnes ist ziemlich schmal und zeigt unregelmäßige längsverlaufende Unebenheiten.

Dieser Zahn erinnert stark an *Petalodus destructor* NEWBERRY and WORTHEN¹; doch zeigt dieser eine etwas andere Profilinie.

Aus der Moskauer-Stufe hat TRAUTSCHOLD² eine nahestehende fragmentarische Form als *Petalodus* cf. *destructor* beschrieben und abgebildet.

¹ Geol. Survey of Illinois, Vol. II, p. 35, Taf. II, Fig. 1-3.

² Kalkbrüche von Miatschkowa, p. 154, Taf. XVIII, Fig. 13.

Schluszfolgerungen.

Ueber die stratigraphische Stellung der hier beschriebenen Fauna kann kein Zweifel herrschen. Denn zwischen allen diesen Formen, von denen die meisten allerdings für stratigraphische Zwecke gänzlich unbrauchbar sind, da sie durch die ganze Karbonserie gehen, finden sich doch auch einige, die als vorzügliche Leitfossilien für eine und nur für eine Stufe, die Moskauer Stufe, den russischen Mittelkarbon, charakteristisch sind.

Von Bedeutung ist vor allem das Vorkommen von *Spirifer mosquensis* FISCHER, die bezeichnende Leitform der Moskauer-Zone in allen Gebieten, wo diese Zone überhaupt nachgewiesen ist. Von den anderen Brachiopoden besitzt nur noch eine Form annähernd denselben stratigraphischen Wert, nämlich *Meekella eximia* VERN. Sie kann ebenfalls als eine Leitform für denselben Horizont angesehen werden, obwohl sie auch in dem ungeheueren russischen Material aus den Oberkarbonschichten des Urals und des Timan als eine Seltenheit angetroffen worden ist. Die für die russischen Mittelkarbonschichten sehr bezeichnende *Enteletes Lamarcki* FISCHER ist nicht gefunden worden.

Unter den Bryozoen finden sich in meinem Material ebenfalls zwei Arten, die stratigraphisch von entscheidender Bedeutung sind, und zwar *Coscinium sellaeforme* TRAUTSCHOLD und *Ascopora nodosa* FISCHER. Die letztgenannte Form ist allerdings von STUCKENBERG aus den Oberkarbonschichten bei Samara erwähnt; aber die stratigraphische Stellung dieser Schichten ist nicht sicher festgestellt, so finden sich ja z. B. Formen wie *Enteletes Lamarcki* zusammen mit typischen jüngeren Brachiopoden.

Von Korallen treten uns zwei der gewöhnlichsten Formen der russischen Moskauer-Stufe entgegen, *Syringopora parallela* FISCHER und *Chaetetes radians* FISCHER; dieselben Formen finden sich jedoch in großer Menge in älteren Schichten sowohl wie auch in jüngeren.

Was die anderen erwähnten Spitzbergen-Formen betrifft, so sind sie fast alle entweder mit Formen aus den tieferen oder den höheren Karbonhorizonten von Rußland identisch. Es ist ein schönes Beispiel der nahen

Verwandtschaft der zwei Karbongebiete. Der überwiegende Teil der Brachiopoden ist aus dem Oberkarbon bekannt, was ja mit der jetzt vorliegenden überaus eingehenden Bearbeitung gerade der oberkarbonen russischen Brachiopoden zusammenhängt. Auch einige Formen von Brachiopoden sowohl wie von den anderen Tiergruppen sind ja doch unterkarbonische Typen. Man hat neben den typischen Leitformen dieselbe Mischung von den allgemeiner auftretenden Arten von sowohl älteren wie jüngeren Schichten, die eben die Dreiteilung des russischen Karbons natürlich gemacht hat. Auf diese Frage der Dreiteilung hier einzugehen, ist unnötig, sie ist von russischer Seite auf Grund der reichen russischen Sammlungen von mehreren Forschern, vor allem von TSCHERNYSCHEW, behandelt worden. Ich kann mich damit begnügen, auf seine im Jahre 1890 erschienene Uebersicht¹ über die russische Karbonstratigraphie und ihr Verhältnis zu der mitteleuropäischen hinzuweisen.

Verzeichnis

der gefundenen Formen und ihre Verbreitung im russischen Karbon.

| | Unter- karbon | Mittel- karbon | Ober- karbon |
|--|------------------|-------------------|-----------------|
| <i>Cladochonus bacillaris</i> M'Coy | × | | |
| <i>Syringopora parallela</i> Fischer | × | × | × |
| <i>Michelinia tenuisepta</i> Phillips | × | | |
| <i>Chaetetes radians</i> Fischer | × | × | × |
| <i>Platycrinus Spitzbergensis</i> nov. sp. | | | |
| <i>Fenestella elegantissima</i> Eichwald | × | × | × |
| <i>Fenestella</i> sp. | | | |
| <i>Pinnatopora tenuis</i> Eichwald | × | | |
| <i>Ascopora nodosa</i> Fischer | | × | |
| <i>Cosciniium sellaeforme</i> Trautschold | | × | |
| <i>Dielasma sacculus</i> Martin | × | | × |
| <i>Dielasma</i> sp. sp. | | | |
| <i>Eumetria (Retzia) vera</i> Hall? | | | |
| <i>Camarophoria Purdoni</i> Davidson | | | |
| — <i>pentameroides</i> Tschernyschew | | | × |
| <i>Spiriferina insculpta</i> Phillips | × | cf. | |
| — <i>Holzappeli</i> Tschernyschew | | | × |
| <i>Spirifer fasciger</i> Keyserling | | × | × |
| — <i>mosquensis</i> Fischer | | × | |
| <i>Reticularia lineata</i> Martin | × | × | × |
| <i>Streptorhynchus pelargonatus</i> Schlotheim | | | × |
| <i>Meckella eximia</i> Eichwald | | × | |
| <i>Rhipidomella Michelinii</i> Leveillé | × | × | |
| <i>Orthis (Rhipidomella?)</i> sp. | | | |

¹ Extrait des Annales de la Soc. Géol. du Nord; T. XVII, pag. 201.

| Unter- | Mittel- | Ober- |
|--------|---------|--------|
| karbon | karbon | karbon |

| | | | |
|--|-----|-----|-----|
| <i>Schizophoria indica</i> Waagen | | | |
| — <i>cf. juresanensis</i> Tschernyschew | | | cf. |
| <i>Orthotichia Morgani</i> Derby | | | ✕ |
| <i>Proclitus boliviensis</i> d'Orbigny | | | ✕ |
| — <i>longispinus</i> Sowerby | ✕ | ✕ | ✕ |
| — <i>cf. Wallacci</i> Derby | | | cf. |
| — <i>Isachseni</i> nov. sp. | | | |
| — <i>pustulatus</i> Keyserling | | | ✕ |
| — <i>irginae</i> , Stuckenberg | | | ✕ |
| — <i>Cora d'Orbigny?</i> | | ? | ? |
| — <i>punctatus</i> Martin | ✕ | ✕ | ✕ |
| — <i>elegans</i> McCoy | | | |
| — <i>cf. fasciatus</i> Kutorga | | | cf. |
| <i>Marginifera typica</i> Waagen | | | < |
| <i>Platyceras parvum</i> Swallow | | | |
| <i>Phillipsia cf. Eichwaldi</i> Fischer | cf. | cf. | |
| <i>Griffithides? cf. Carringtonensis</i> Etheridge | | | |
| <i>Petalodus</i> sp. | | cf. | |

Was die genauere Einteilung der Stufe in ihrer russischen Entwicklung und eine mögliche nähere Parallelisierung anlangt, so ist nur zu sagen, daß es auch in Rußland eine Einteilung in bestimmte palaeontologisch gut charakterisierte Zonen nicht gibt. Man hat selbstverständlich mehr örtlich eine solche Einteilung; so sind ja im Donetzgebiet nicht weniger als 6 Unterabteilungen (mit weiter eingeteilten Niveaus) von TSCHERNYSCHEW¹ aufgestellt worden. Diese Abteilungen haben indessen wohl keinen allgemeinen stratigraphischen Wert.

Dasselbe gilt von den Unterabteilungen, die NIKITIN² für das Moskauer-Gebiet aufgestellt hat.

Von einer genaueren Vergleichung mit den verschiedenen anderen europäischen und asiatischen Gebieten, wo die Moskauer-Zone bestimmt nachgewiesen ist, will ich hier absehen.

Der größte Teil dieser Vorkommen ist ja in mehreren Arbeiten, so von FLIEGEL³ und FRECH⁴, eingehend behandelt worden und eine Uebersicht von ihnen gegeben.

Auch eine stratigraphische Vergleichung mit den wohlbekannten amerikanischen Ablagerungen ist hier nicht am Platze. Wie bekannt, herrscht in Nordamerika eine große Mannigfaltigkeit in der Entwicklung der Karbon-

¹ Guide des Excursions du VII. Congrès Géol. International, Nr. XVI.

² Dépôts carbonifères etc., p. 149—150.

³ Z. d. d. geol. Ges. L., 1898, p. 385, Taf. XIV, Palaeontographica 48, 1901.

⁴ Lethaea pal. II.

ablagerungen, die ja von den mehr kontinentalen Verhältnissen im Osten (derjenigen Westeuropas entsprechend) nach Westen zu in mehr marine übergehen. Man hat in dieser Beziehung die mittleren Staaten mit dem Donetzgebiet verglichen, die westlichen mit dem Ural-Timangebiet. Ein typisches Aequivalent zu der Moskauer-Stufe mit ihren Leitfossilien ist ja nicht vorhanden.

Wenn wir unsere Fauna mit den gewöhnlich in den Moskauer-Schichten — in den verschiedenen Gebieten, wo diese Stufe nachgewiesen ist — vergleichen, so erscheint sie in Bezug auf Anzahl der auftretenden Tiergruppen sehr arm. Nur die Brachiopoden, die Korallen, die Bryozoen und die Crinoideen sind einigermaßen gut vertreten. Von Fischen ist nur ein einziger Fossilrest, von Gastropoden ebenfalls nur eine Form, von Trilobiten sind auch bloß zwei vorhanden. Betrachten wir dagegen die Faunen, die sonst bekannt sind, so tritt uns meistens ein Bild eines sehr allseitigen Tierlebens entgegen. Selbst wenn man von einer Örtlichkeit wie Miatschkowa absieht, woher ja eine erstaunliche Fülle von Vertebraten (Fischen) sowohl wie von allen karbonischen Gruppen von Invertebraten bekannt ist, findet man gewöhnlich außer Brachiopoden, Korallen, Bryozoen und Crinoideen auch Foraminiferen, Echinoideen, Zweischaler und Gastropoden gut vertreten.

Der Grund zu diesem Unterschied im Charakter der Fauna muß in den faciiellen Verhältnissen zu suchen sein. Die die Fauna beherbergenden Schichten an der Kingsbay sind ja direkt auf ein Konglomerat abgelagert worden, das wieder auf einem pflanzenführenden Sandstein ruht. Es sind auch in den untersten Kalkschichten kleine Gerölle aus Quarz gefunden worden. Daraus schon geht hervor, daß die fossilführenden Kalkschichten in ganz geringer Tiefe und wahrscheinlich sehr nahe dem festen Land abgelagert worden sind. In nur geringer Entfernung von unserer Fundstelle sind ja die über dem Konglomerat lagernden Kalkschichten, den hier besprochenen stratigraphisch entsprechenden, als ein echter Korallenkalk entwickelt, also eine seichte Riffacies. Der Grund muß gewiß in dieser zu geringen Tiefe liegen. Für das Gebiet, in dem, wie erwähnt, die Fische sowohl wie fast alle anderen Tierklassen in größter Reichhaltigkeit aus der Moskauer-Zone bekannt sind, bei Miatschkowa, muß man ja auch, nach dem Charakter der überaus feinen oft kreideähnlichen Kalke und Dolomiten zu schließen, ein ziemlich tiefes und offenes Meer voraussetzen. Für das weiter gegen Süden gelegene Donetz-Gebiet, wo ja die marinen Kalkschichten mit Pflanzen- (und Kohlen-)führenden Sandsteinen und Schiefeln wechseln, muß man mehr terrestrische Verhältnisse annehmen, und hier hat auch die Fauna ein viel weniger allseitiges Gepräge mit wesentlich Brachiopoden und ferner

hauptsächlich nur in einzelnen Schichten Korallen, Zweischalen, Gastropoden. Im Ural sind ja die Verhältnisse verschiedenartig entwickelt. Für uns besonders interessant sind die, welche KARPINSKY¹ vom Ostabhang des Gebirges beschrieben hat, wo sich, wie auf Spitzbergen, an der Grenze zwischen Unterkarbon und den Moskauer-Schichten ein meist ungeschichtetes Konglomerat entwickelt hat. In den über diesem Konglomerat lagernden Mergel- und Kalkschichten sind außer den Schalen von *Spirifer mosquensis*, häufig Korallenstöcke mit *Chaetetes radians* und *Syringopora parallela* zu finden. In dem Konglomerat häufig vorkommende Bruchstücke aus dem darunterliegenden Kalk mit *Productus giganteus* deuten hier lokal-kontinentale Verhältnisse an.

Dieser Charakter von Uebergangsschichten zwischen terrestrischen und marinen Facies scheint für die Moskauer-Zone ganz bezeichnend zu sein. Von dem westlichsten bis zum östlichsten Teil des bisher bekannten Gebietes der typischen Moskauer-Entwicklung ist dieser Charakter hervortretend. Bei Leña in Asturien² wie im Nan-Shan-Gebirge in der chinesischen Provinz Kansu³ ist eine Wechselfolge zwischen marinen Kalk- und Pflanzen-führenden Sandstein- und Schieferschichten beobachtet worden. Dazu kommen also das Donetz-Gebiet, Gebiete vom Ural, Spitzbergen u. s. w.

In einigen der Gebiete bezeichnet die Moskauer-Zeit eine Transgression des Meeres, in anderen wieder eine Regression. Im ganzen läßt sie starke Verschiebungen in der Verteilung von Land und Meer in dem Verbreitungsgebiet der Fauna erkennen. Ich will auf diese Fragen im allgemeinen nicht eingehen, sie sind ja von mehreren Forschern eingehend behandelt worden. So hat FLIEGEL und FRECH⁴ (l. c.) die geographischen Verhältnisse der Erdoberfläche zur Moskauer-Zeit eingehend studiert und Kartenskizzen über die Verteilung von Land und Meer veröffentlicht. Ohne die südlicheren Gebiete hier zu erwähnen, will ich einige Bemerkungen machen über die kartographischen Veränderungen, die in den arktischen Gebieten notwendig werden.

Die Grenzlinien müssen hier in einer gänzlich verschiedenen Weise gezogen werden. Erstens muß der Umriss des nordasiatischen Kontinents (ostarktischen Kont. von FRECH) wesentlich verändert werden, wie von

¹ Z. B. Guide etc. VII. Congr. Géol. Int. V, p. 12.

² Siehe Barrois: Recherches sur les Terrains anciens des Asturies et de la Galice. Lille 1882. Extrait des Mém. de la Soc. Géol. du Nord, T. 2.

³ Lóczy: Ostasiatische Reise des Grafen Szechenyi. Palaeontologischer Teil, Seite 41.

⁴ Die in ganz neuer Zeit erschienene Übersicht von Oskar-Erich Meyer: „Die Entwicklung der arktischen Meere in paläozoischer Zeit“ (Neues Jahrbuch, Beilage-B. XXXI, 1911), bringt für uns hier nichts neues.

TSCHERNYSCHIEW¹ erwähnt, da nämlich der Fund einer Moskauer-Fauna an der Lena-Mündung (auf der Expedition des Baron von Toll) nicht berücksichtigt war. Der Meeresarm, den FLIEGEL in nördlicher Richtung, über Nowaja Semlja legt, ist dann, soweit wir nach unseren jetzigen Kenntnissen urteilen können, so weit gegen Westen zu verschieben, daß er Spitzbergen berührt.

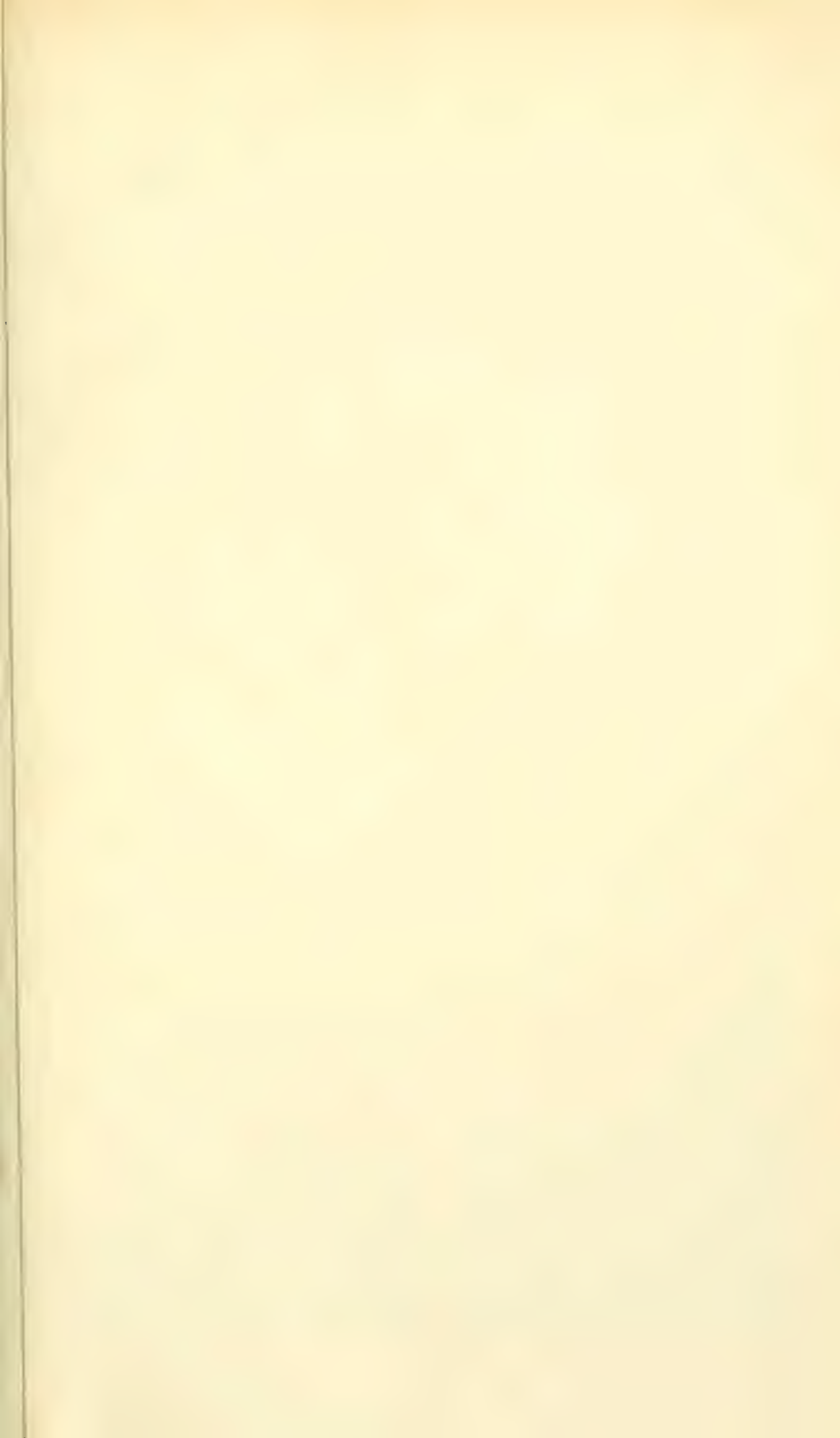
Die von TOULA beschriebene Fauna aus den Barents-Inseln, die die Annahme der Moskauer-Stufe auf Nowaja Semlja verursacht hat, ist ja jetzt als sicher jünger anzusehen. TSCHERNYSCHIEW bezeichnet in »Die oberkarb. Brach.«, p. 680, ihr Alter als der Artinsk-Stufe entsprechend. Jetzt ist ja auch Unterkarbon auf der erwähnten Inselgruppe gefunden worden², und man kann vielleicht in der Zukunft auch dazwischenliegende Horizonte nachweisen. Die Frage von dem Vorhandensein der uns interessierenden Stufe auf der Bären-Insel ist bis jetzt noch eine offene, und ich will nicht bei ihr verweilen. Ich kann in dieser Verbindung auf die früher erwähnte stratigraphische Einleitung hinweisen, die STAFF zu SCHELLWIENS nachgelassener Arbeit: »Die Fusulinen des russisch-arktischen Meeresgebiets« geschrieben hat.

Ob die ganze Spitzbergen-Inselgruppe in das Meeresgebiet einzurechnen ist, läßt sich ja auch nicht entscheiden. Mit dem hier beschriebenen Vorkommen vor Auge kann man wohl mit Wahrscheinlichkeit behaupten, daß nur engere Gebiete zu der Zeit vom offenen Meer bedeckt waren. Wo man, wie in der Umgegend des Eisfjordes trotz eingehender stratigraphischer Untersuchungen keine Spur der Moskauer-Fauna gefunden hat, ist ihr Vorhandensein wohl unwahrscheinlich. Hierbei ist ja zu bemerken, daß die typischen Leitformen nur wenige sind, so daß man eine ziemlich reiche gleichalterige Fauna an den Tag bringen könnte, ohne dadurch einen zwingenden Beweis für das Vorkommen der Zone zu erhalten.

Auf die genaueren stratigraphischen Verhältnisse der Grenzschichten zwischen Unter- und Oberkarbon in anderen von mir untersuchten Gebieten im westlichen Spitzbergen und die Möglichkeit von dort vorkommenden äquivalenten Schichten will ich hier nicht eingehen. Das wird in einer bald zu erscheinenden Arbeit über die allgemeine Stratigraphie veröffentlicht werden.

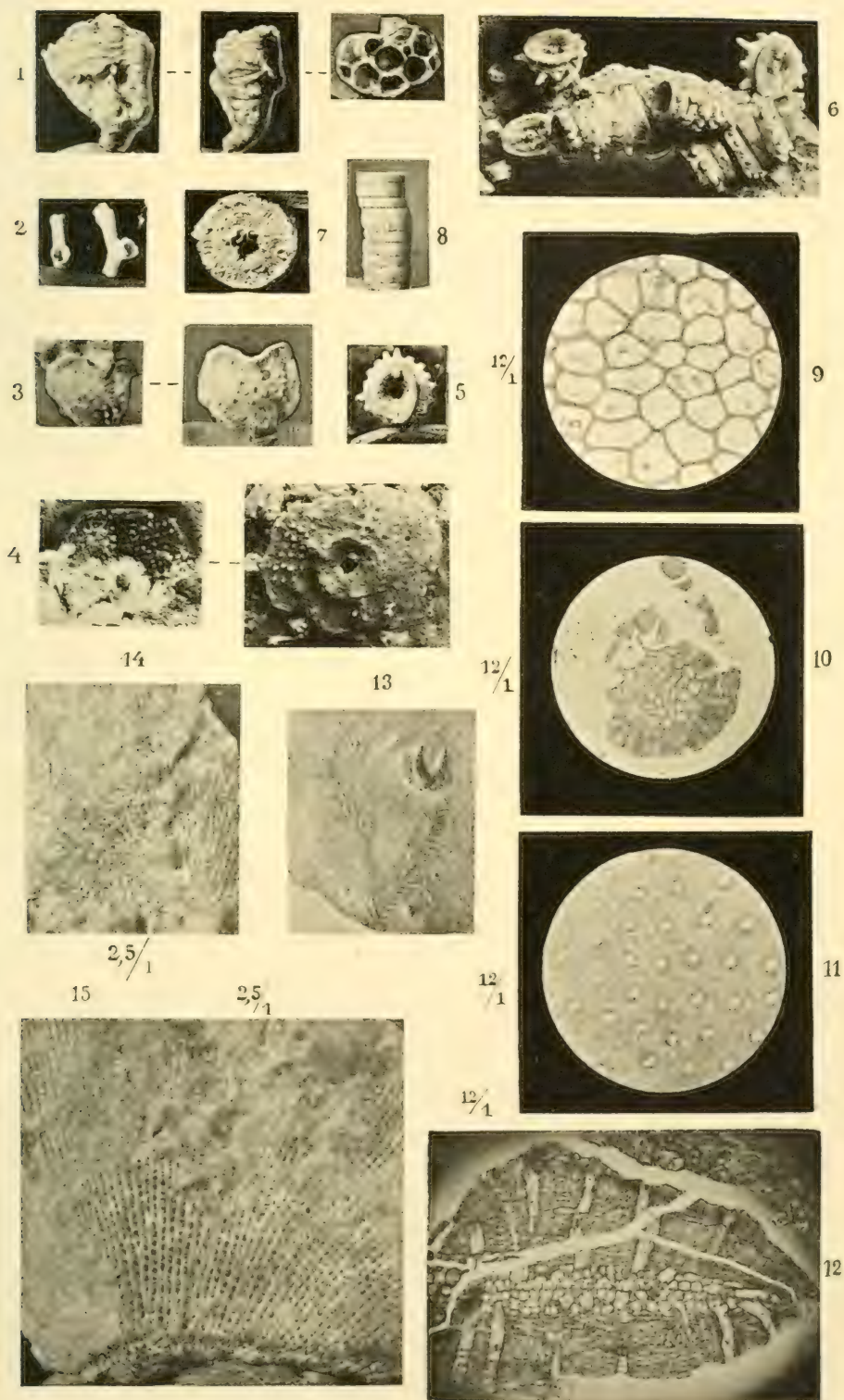
¹ Die oberkarb. Brach., p. 714, Anm.

² Außer der Fauna, die Lee l. c. beschrieben hat, sind ja in den späteren Jahren große Sammlungen aus unterkarbonen Schichten von russischen Expeditionen mitgebracht worden.



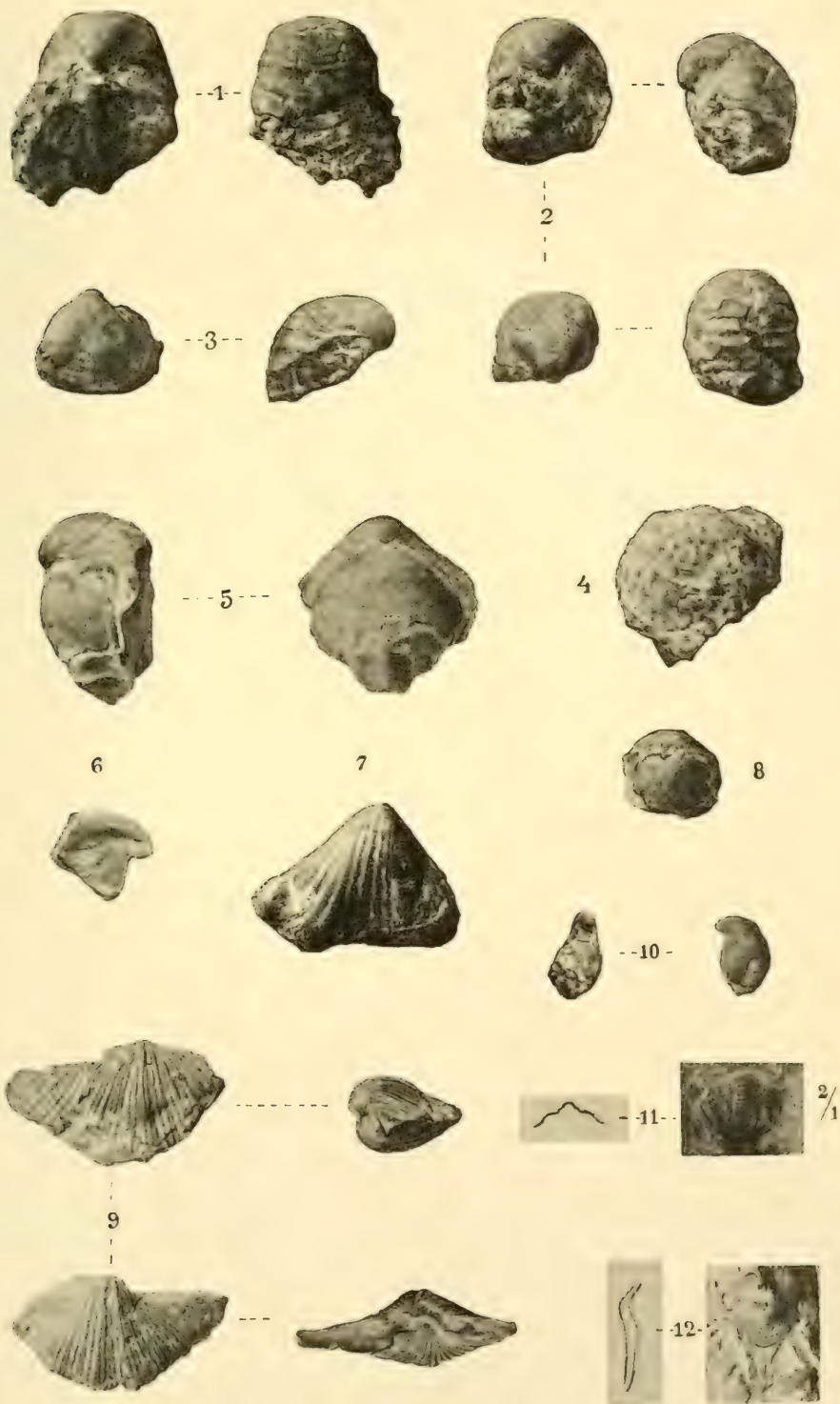
Tafel I.

- Fig. 1. *Michelinia tenuisepta* PHILLIPS.
- » 2. *Cladochonus bacillaris* M'COY. Zwei Fragmente einer Kolonie.
3. *Platycrimus Spitzbergensis* n. sp. Zwei unvollständige Radialtafeln.
4. —»— Zwei unvollständige Basis-Stücke.
5. Stielglied mit elliptischer Gelenkfläche und randständigen Dornen.
6. —»— Gruppe von Stielgliedern.
- 7 & 8. Crinoidenstielglieder unbekannter systematischen Stellung.
- » 9. *Chaetetes radians* FISCHER. Querschnitt, Mikrophot. $\frac{12}{1}$.
10. *Ascopora nodosa* FISCHER. Querschnitt, Mikrophot. $\frac{12}{1}$.
- » 11. *Coscinium scellaeforme* TRAUTSCHOLD. Längsschnitt nahe an und parallel der Oberfläche, Mikrophot. $\frac{12}{1}$.
- » 12. —»— Querschnitt, Mikrophot. $\frac{12}{1}$.
- » 13. *Pinnatopora tenuis* EICHWALD.
- » 14. *Fenestella* sp. $\frac{2,5}{1}$.
- » 15. *Fenestella elegantissima* EICHWALD $\frac{2,5}{1}$.



Tafel II.

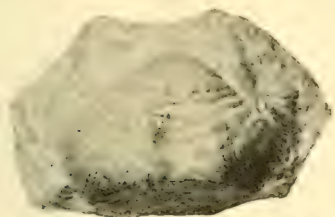
- Fig. 1. *Productus Isachseni* n. sp. Ventralschale.
 2. —»— —»—
 3. *Productus irginae* STUCKENBERG. Ventralschale.
 4. *Productus pustulatus* KEYSERLING. Ventralschale.
 5. *Camarophoria pentameroides* TSCHERNYSCHEW.
 6. —»— Bruch, der das Septum und Spondylium
 der zwei Schalen zeigt.
 7. *Camarophoria Purdoni* DAVIDSON. Ventralschale.
 8. *Schizophoria* cf. *juresanensis* TSCHERNYSCHEW. Ventralschale (?).
 9. *Spirifer fasciger* KEYSERLING.
 10. *Platyceras parvum* SWALLOW.
 11. *Phillipsia* cf. *Eichwaldi* FISCHER $\frac{2}{1}$.
 12. *Petalodus* sp. Rechts Abdruck des Zahnes, der rechten Linie der
 Profilzeichnung entsprechend. Die linke zeigt die Oberfläche
 ehe die Zahnschubstanz abgefallen war.



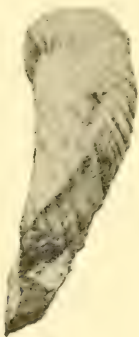
Tafel III.

- Fig. 1. *Productus boliviensis* d'ORBIGNY. Ventralschale.
2. *Productus Cora* d'ORBIGNY ?. Ventralschale.
3. *Marginifera typica* WAAGEN. Ventralschale.
4. *Productus punctatus* MARTIN.
» 5. — » — Dorsalschale.

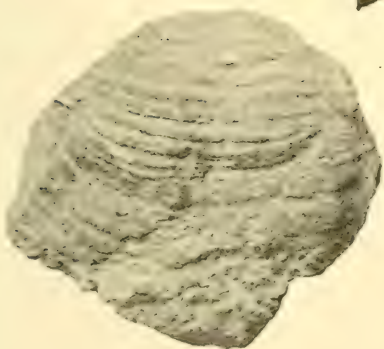
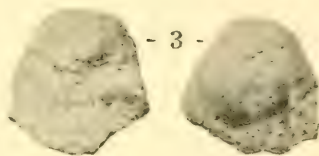
1



2



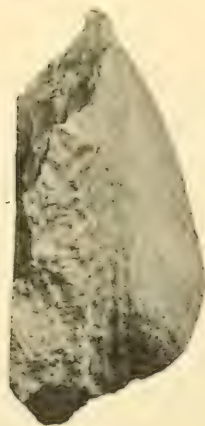
3



4



5

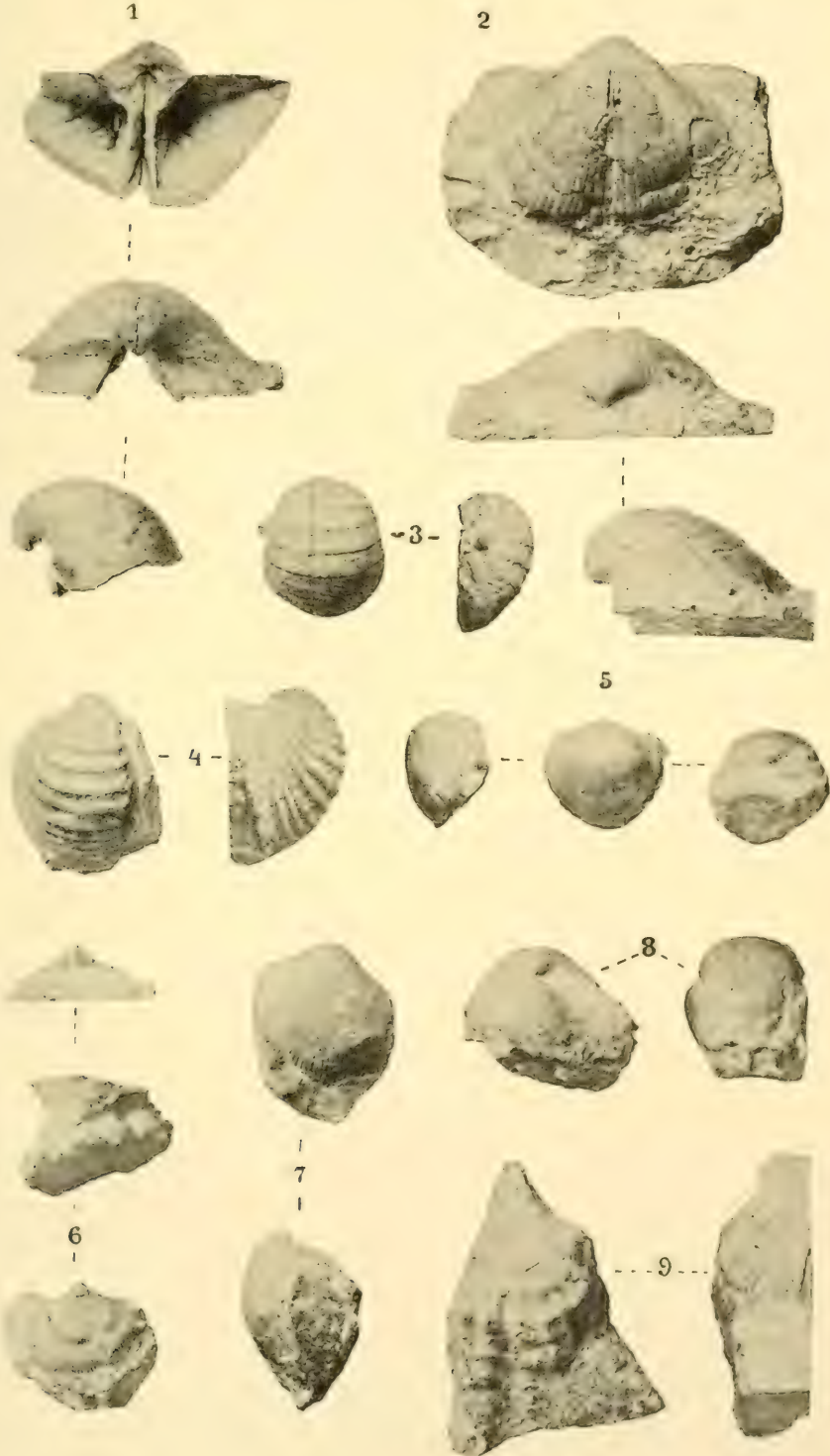




Tafel IV.

Fig. 1. *Spirifer mosquensis* FISCHER. Ventralschale.

2. —»—
3. *Productus* cf. *fasciatus* KUTORGA, Ventralschale.
4. *Productus elegans* M'COY, Ventralschale.
5. *Productus longispinus* SOWERBY, Ventralschale.
6. *Streptorhynchus pelargonatus* SCHLOTHEIM, Ventralschale.
8. *Orthotichia Morgani* DERBY.
9. *Meckella eximia* EICHWALD, Ventralschale.

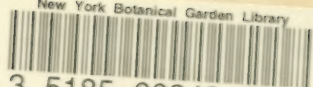


Tafel V.

- Fig. 1. *Rhipidomella Michelini* LEVEILLÉ. Eine große Dorsalschale.
 2. —»— Links eine typische Ventralschale, rechts das
 Innere einer fragmentarischen Dorsalschale.
 3. *Orthis (Rhipidomella?)* sp. Dorsalschale.
 » 4. *Orthotichia Morgani* DERBY. Eine große Dorsalschale.
 5, 6 & 7 »— Drei Dorsalschalen, die inneren Charaktere
 zeigend.
 8. *Spiriferina Holzapfeli* TSCHERNYSCHIEW. Ventralschale.
 9. *Spiriferina insculpta* PHILLIPS. Dorsalschale.
 10. —»— Ventralschale.
 11. *Dielasma sacculus* MARTIN.
 12 & 13. *Dielasma* sp. sp.
 14. *Productus* cf. *Wallacei* DERBY. Ventralschale.
 15. *Schizophoria indica* WAAGEN. Ventralschale.
 16. *Griffithides?* cf. *Carringtonensis* ETHERIDGE.



New York Botanical Garden Library



3 5185 00243 3033

